



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MIKA NIKKOLA
TEOLLISEN INTERNETIN SOVELTAMINEN KUNNOSSAPIDON
TIETOTUOTTEISSA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Samuli Pekkola
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen tiedekunta-
neuvoston kokouksessa 8.6.2016

TIIVISTELMÄ

MIKA NIKKOLA: Teollisen internetin soveltaminen kunnossapidon tietotuotteissa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 87 sivua, 2 liitesivua

Elokuu 2016

Tietojohtamisen diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tietohallinto ja -järjestelmät

Tarkastaja: professori Samuli Pekkola

Avainsanat: teollinen internet, tietotuote, kunnossapito, erp, raportointi, liiketoimintatiedon hallinta

Koneellistumisen ja automaation myötä sitoutunut pääoma laitteissa ja tuotantolaitoksissa on lisääntynyt. Tehokas kunnossapidon ohjaus ja hallinta on täten elintärkeää kannattavan liiketoiminnan ja laitteiden hyvän käyntivarmuuden saavuttamiseksi. Kunnossapidon hallinnassa kustannuksia pyritään minimoimaan tehokkaalla töiden ja resursien ohjauksella tavoitellen mahdollisimman korkeaa käyttöastetta. Kunnossapidon prosesseja ohjataan toiminnanohjausjärjestelmien ja tietotuotteiden avulla. Tiedon määrän lisääntyessä tietotuotteiden rooli on yhä tärkeämmässä roolissa, jotta teknologian ja teollisen internetin hyödyt pystytään realisoimaan. Teollisen internetin ympäristössä tietotuotteet sisältävät toiminnanohjausjärjestelmien ja analyysimallien lisäksi reaaliaikaista tietoa laitteiden antureista. Haasteena on korkealle jalostetun tiedon esittäminen loppukäyttäjälle mahdollisimman relevantissa ja ymmärrettävässä muodossa.

Työssä selvitettiin, minkälainen kunnossapidon tietotuote palvelee sen käyttäjiään parhaiten teollisen internetin ympäristössä. Alatutkimuskysymyksien avulla selvitettiin, miten tällaisen tietotuotteen avulla pystytään vaikuttamaan yrityksen kunnossapitoon ja miten tällainen tietotuote palvelee päätöksenteon ja työnteon tukena sekä johtajan että kunnossapitotyöntekijän näkökulmasta. Työn kohdeyrityksenä toimi IFS:n tytäryhtiö MainIoT Software Oy. Kirjallisuuskatsauksen avulla luotiin olemassa olevan teorian pohjalta teoreettinen tietotuotekonsepti. Teoreettiseen tietotuotekonseptiin pyrittiin koostamaan mahdollisimman kattavasti tietotuotteeseen liittyviä huomioita. Tutkimuksen empiirisessä osassa pyrittiin haastattelujen avulla täydentämään tietotuotekonseptia hyödyntäen eri sidosryhmiä. Haastatteluja toteutettiin kohdeyrityksessä, toimittajayrityksissä ja asiakasyrityksissä. Haastattelujen tuloksien pohjalta luotiin itsenäinen empiirinen tietotuotekonsepti.

Lopullinen tietotuotekonsepti muodostettiin teoreettisen ja empiirisen tietotuotekonseptin pohjalta. Tietotuotekonsepti jaettiin neljään alueeseen: tietotuotteen sisältö ja muoto, tietotuotteen suunnittelu ja toteutus, tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin ja tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon. Tietotuotteen sisältö ja muoto jaettiin vielä kolmeen osa-alueeseen: tietosisältö, esitystapa ja käytettävyys. Tärkeimmiksi tuloksiksi voidaan nostaa havainnot, millainen tietotuotteen sisällön ja muodon tulisi olla sekä miten tietotuote tulisi yhdistää teolliseen internetiin.

ABSTRACT

MIKA NIKKOLA: Utilization of industrial internet in maintenance reports and information products

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 87 pages, 2 Appendix pages

August 2016

Master's Degree Programme in Information Management

Major: Information Management and Systems

Examiner: Professor Samuli Pekkola

Keywords: industrial internet, information product, maintenance, erp, reporting, business intelligence

The capital invested in equipment and production facilities has increased along mechanization and automation. Effective maintenance management is therefore vital in order to achieve balance in equipment dependability and profitable business. Cost-efficient maintenance management is achieved through optimized work and resource control. Maintenance processes can be controlled with ERP-systems and information products. Increasing amount of data and information has lifted the role of information products. In order to achieve all benefits from the technology and industrial internet, information products are needed. Information products in the industrial internet environment include for instance enterprise resource planning systems, analysis models and real-time information from the sensors. The challenge is to present refined and meaningful information to the end user in relevant and understandable form.

The main goal of the thesis was to find out what kind of maintenance information product will best serve its users in the environment of industrial internet. Other research goals were to find out how such an information product can impact the maintenance of a company. And how this information helps decision making in both director's and maintenance worker's daily work activities. Target company for the thesis was IFS subsidiary Mainiot Software Oy. Literature review was executed on the basis of existing theory and a theoretical concept of the information product was created. The empirical part of the study was used to supplement and verify the theoretical concept. Stakeholder interviews were carried out in the target company, supplier companies and client companies. On the basis of these interview results was an independent empirical concept of the information product created.

The final concept of the information product was formed on the basis of theoretical and empirical concept. Concept of the information product was divided into four areas: contents and form, design and implementation, integration to the industrial internet and the impact in maintenance. Information product's contents and form was divided yet into three sub-areas: data/information content, presentation and usability. Main results of the study covers on what kind of content and format should the information product have and how the information product should be connected and integrated with the industrial internet.

ALKUSANAT

Ajatus tutkimuksen aihealueesta löytyi omien työtehtävien ja kohdeyrityksen tutkimushankkeen välimaastosta. Kunnossapidon tietotuotteet ja teollinen internet ovat ajankohdaisia ja itselle mielenkiintoisia aiheita, mitkä osaltaan helpottivat ja motivoivat työn kirjoittamisprosessin aikana. Haluan erityisesti kiittää kohdeyritystä toimeksiannosta, johon pystyin itse myös hieman vaikuttamaan. Erityiskiitokset kuuluvat haastatteluihin osallistuneille henkilöille ja yrityksille, jotka ovat vieneet tutkimusta eteenpäin ja joita ilman tutkimuksen suorittaminen ei olisi ollut mahdollista.

Haluan myös kiittää ohjaajaani professori Samuli Pekkola ajatuksista ja ohjeistuksesta diplomityöprosessin edetessä. Hänen ansiostaan käsiteltävästä aihealueesta pystyttiin löytämään sopivalla rajauksella tutkimusongelma diplomityön. Hänen avullaan diplomityöstä on pystytty luomaan selkeä ja järkevä kokonaisuus. Viimeisenä haluan kiittää avovaimoani, perhettäni ja opiskelukavereitani kaikesta saamastani tuesta ja ymmärryksestä miltei vuoden kestäneen prosessin aikana.

Tampereella, 2.8.2016

Mika Nikkola

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen lähtökohdat ja kohdeyritys	2
1.2	MANTIS-hanke	3
1.3	Tutkimusongelma ja rajaukset	4
1.4	Tutkimuksen tavoite	5
1.5	Tutkimusfilosofia ja aineisto	6
1.6	Tutkimuksen rakenne	10
2.	TEKNOLOGIA KUNNOSSAPIDON TIETOTYÖSSÄ	11
2.1	Kunnossapito teollisuusympäristössä	11
2.2	Kunnossapidon mittaaminen	13
2.2.1	Kunnossapitotyöntekijän näkökulma	15
2.2.2	Johdon näkökulma	17
2.3	Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmät	18
2.4	Kunnossapito teollisen internetin ympäristössä	19
2.5	Tietotuotteet toiminnanohjauksessa ja teollisessa internetissä	23
3.	TIETOTUOTTEIDEN LIKETOIMINNALLINEN HYÖTY	27
3.1	Liiketoimintatiedon hallinta teollisuusympäristössä	28
3.2	Tietotuotteen tiedon laadun vaikutus	29
3.3	Aineeton pääoma kunnossapitotyössä	30
3.4	Tietotuotteen tyyppi	31
3.4.1	Raportointityökalu	32
3.4.2	Dashboard	32
3.4.3	Human-Machine-Interface	34
3.4.4	Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen	34
3.5	Tietotuotteen käytettävyys ja käyttökokemus	35
3.6	Tietotuotteiden hyödyntäminen työssä	35
4.	TEOREETTINEN TIETOTUOTEKONSEPTI	37
4.1	Tietotuotteen sisältö ja muoto	37
4.1.1	Tietosisältö	37
4.1.2	Esitystapa	39
4.1.3	Käytettävyys	41
4.2	Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus	42
4.3	Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin	43
4.4	Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon	44
5.	TUTKIMUSMENETELMÄT	46
5.1	Haastateltavat	47
5.2	Haastattelun teemarunko	49
5.3	Tiedon analysointi	50
6.	EMPIRIAN LÖYDÖKSET	51

6.1	Tietotuotteen sisältö ja muoto	51
6.1.1	Tietosisältö	51
6.1.2	Esitystapa	55
6.1.3	Käytettävyys.....	57
6.2	Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus	59
6.3	Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin	60
6.4	Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon	62
6.5	Empiirinen tietotuotekonsepti	64
6.5.1	Tietotuotteen sisältö ja muoto	64
6.5.2	Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus	66
6.5.3	Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin	66
6.5.4	Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon.....	67
7.	POHDINTA	68
7.1	Tietotuotteen sisältö ja muoto	68
7.1.1	Tietosisältö	68
7.1.2	Esitystapa	70
7.1.3	Käytettävyys.....	71
7.2	Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus	72
7.3	Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin	73
7.4	Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon	74
8.	PÄÄTELMÄT	76
8.1	Tutkimuksen yhteenveto	76
8.2	Tutkimuksen onnistumisen arviointi	80
8.3	Jatkotutkimus	80
	LÄHTEET	81

LIITE A: HAASTATTELUN TEEMARUNKO

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1.	<i>Mantis-hankkeen konsepti-idea (mukaillen Mantis 2015, s. 2).....</i>	<i>3</i>
Kuva 2.	<i>Tutkimuksen rakenne</i>	<i>10</i>
Kuva 3.	<i>Kunnossapidon roolin muuttuminen liiketoiminnassa (mukaillen Parida & Kumar 2006, s. 240).....</i>	<i>14</i>
Kuva 4.	<i>Teollinen internet – Teollisuuden neljäs vallankumous (mukaillen Haddara & Elragal 2015, s. 722)</i>	<i>20</i>
Kuva 5.	<i>Tietotuotteen havainnollistaminen teollisen internetin ja käyttäjän välillä.....</i>	<i>24</i>
Kuva 6.	<i>Tietovirta tietolähteiden ja tietotuotteiden välillä.....</i>	<i>27</i>
Kuva 7.	<i>Tietotuotteen tietotasot (mukaillen Ståhle & Grönroos 1999, s. 49)</i>	<i>29</i>
Kuva 8.	<i>Tietotuotteen tyyppi</i>	<i>31</i>
Kuva 9.	<i>Kunnossapitopäällikön dashboard.....</i>	<i>33</i>
Kuva 10.	<i>Päätöksen merkittävyys rooleittain tiedon aikatasoilla</i>	<i>53</i>
Taulukko 1.	<i>Tutkimuksessa tehdyt valinnat ja vaikutukset tutkimukselle.....</i>	<i>7</i>
Taulukko 2.	<i>Tietosisällön ominaisuudet kirjallisuuden mukaan.....</i>	<i>37</i>
Taulukko 3.	<i>Esitystavan huomiot kirjallisuuden mukaan.....</i>	<i>39</i>
Taulukko 4.	<i>Käytettävyyden tekijät kirjallisuuden mukaan.....</i>	<i>41</i>
Taulukko 5.	<i>Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät kirjallisuuden mukaan</i>	<i>42</i>
Taulukko 6.	<i>Tietotuotteen yhdistämisessä teolliseen internetiin huomioitavat tekijät kirjallisuuden mukaan</i>	<i>43</i>
Taulukko 7.	<i>Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon kirjallisuuden mukaan.....</i>	<i>44</i>
Taulukko 8.	<i>Haastateltavien sidosryhmät, nimikkeet ja yritykset</i>	<i>47</i>
Taulukko 9.	<i>Tietotuotteen tietosisällön tärkeimmät ominaisuudet.....</i>	<i>68</i>
Taulukko 10.	<i>Tietotuotteen esitystavan tärkeimmät huomiot.....</i>	<i>70</i>
Taulukko 11.	<i>Tietotuotteen käytettävyyden tärkeimmät tekijät</i>	<i>71</i>
Taulukko 12.	<i>Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät.....</i>	<i>72</i>
Taulukko 13.	<i>Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin.....</i>	<i>73</i>
Taulukko 14.	<i>Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon.....</i>	<i>74</i>
Taulukko 15.	<i>Tietotuotteen sisällön ja muodon tärkeimmät tulokset.....</i>	<i>78</i>
Taulukko 16.	<i>Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus, yhdistäminen teolliseen internetiin ja vaikutukset kunnossapitoon</i>	<i>79</i>

LYHENTEET

ACID	Atomicity, consistency, isolation, durability
BI	Business intelligence
DSS	Decision support system
EAM	Enterprise asset management
ERP	Enterprise resource planning
ETL	Extract, transform and load
FSM	Field service management
HMI	Human machine interface
IC	Intellectual capital
IFS	Industrial and financial systems
IOT	Internet of things
ISO	International organization for standardization
KPI	Key performance indicator
LCM	Life cycle management
MANTIS	Cyber physical system based proactive collaborative maintenance
M2M	Machine to machine
MM	Maintenance management
MTBF	Mean time between failures
MTTR	Mean time to repair
NFC	Near field communication
OCR	Optical character recognition
OEE	Overall equipment efficiency
OLAP	Online analytical processing
PSK	PSK-standardisointi
QR	Quick response -code
RAMS	Reliability, availability, maintainability, safety
RFID	Radio frequency identification
ROI	Return on investment
VR	Virtual reality

1. JOHDANTO

Teollisuuden kunnossapidon ja erityisesti sen hallinnan ja ohjauksen merkitys yritysten liiketoiminnassa on kasvanut koneellistumisen ja automaation myötä. Työvoiman määrä on voinut vähentyä, mutta sitoutuneen pääoman määrä laitteissa ja tuotantolaitoksissa on lisääntynyt. (Ben-Daya & Duffuaa 1995, s. 20.) Kunnossapito voi usein olla energia-kustannusten jälkeen yrityksen suurimpia kulueriä. Suurista kustannuksista huolimatta kunnossapito ei kuitenkaan usein tuo yritykselle välittömiä tuloja. Edellä mainittujen tekijöiden seurauksena kunnossapitoon kohdistuva investointi on usein alimitoitettua. Laitteiden ja tuotantolaitoksien tehokas ja ennakoiva kunnossapito on kuitenkin avaintekijä yrityksen liiketoiminnan positiiviseen kehitykseen. Kun laitteet eivät vikaannu kesken korkeimman tuotantopiikin ja laitteiden elinikä pitenee, näkyy onnistuneen kunnossapidon vaikutus välillisesti yrityksen tuloksessa. (Garg & Deshmukh 2006, s. 205.)

Kunnossapidon hallinnassa pyritään minimoimaan kustannukset tehokkaalla töiden ja resurssien ohjauksella tinkimättä kuitenkaan laitteiden huoltovaatimuksista. Laitteelle tehtävä suunniteltu ja ennakoiva huolto hallitun seisokin aikana on hyvin usein edullisempaa kuin vikatyön suorittaminen. Vian sattuessa tuotannon pysähtyminen ja yksittäisen komponentin vaihto tai pahimmassa tapauksessa koko laitteen rikkoutuminen aiheuttaa suoranaisia kustannuksia. Välilliset menetykset, kuten menetetty myynti voi aiheuttaa suuria tappioita yritykselle. (Parida & Kumar 2006, s. 17.)

Kunnossapidon hallintaan on tarjolla useita toiminnanohjausjärjestelmiä laitteiden, resurssien, varaosien ja töiden hallintaan. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän avulla pystytään keräämään huoltotoimenpiteeseen vaadittavat tekijät yhteen työn tehokkaan suorittamisen mahdollistamiseksi. Näihin lukeutuvat esimerkiksi työntekijä, tarvittavat työkalut, materiaalit/varaosat, laitteen mahdollinen pysäyttäminen huollon ajaksi, työohje huollon toteuttamiseksi sekä tarvittavat luvat työn turvalliseen suorittamiseen. (Garg & Deshmukh 2006, s. 219.) Toiminnanohjausjärjestelmään kerätty tieto mahdollistaa myös tarkemman seurannan esimerkiksi kustannuksien jakautumisesta, työntekijöiden tehokkuudesta, laitteiden eroavaisuuksista sekä kunnossapidon yleisen onnistuneisuuden seurannan. (Järviö et al. 2007.) Tietoa voidaan tarkastella erilaisten kunnossapidon tietotuotteiden avulla, joita tämä diplomityö pääasiallisesti tarkastelee.

Laskentatoimessakin esiintyvä ”mitä voidaan mitata, voidaan johtaa” on validi myös kunnossapidon hallinnassa (Anderson & McAdam 2004, s. 468). Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä tai ennakoivampi kunnossapito eivät itsessään vielä välttämättä kehitä yrityksen liiketoimintaa. Jatkuva seuranta, analysointi, reagointi ja toiminnan kehittäminen parantavat kunnossapidon tehokkuutta ja onnistuneisuutta, mikä tuo mu-

kanaan myös liiketoiminnallisia hyötyjä yritykselle (Narayan 2012, s. 186 - 187). Kunnossapidon onnistuneisuutta ja laitteiden tilaa voidaan seurata laitteista ja toiminnanohjausjärjestelmästä saatavasta tiedosta muodostettujen erilaisien tietotuotteiden avulla. Tietotuotteet voivat olla yksinkertaisimmillaan esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmalla koottuja raportteja tai tärkeimpien mittareiden työpöytänäkymiä. Työntekijät seuraavat oman vastuualueensa näkymiä ja mittareita eli tietotuotteita ja tekevät työntekoon liittyviä päätöksiä saatavilla olevan tiedon perusteella. Tietotuotteiden avulla pyritään tehostamaan myös työntekoa nopeuttamalla esimerkiksi töiden kirjauksiin kuluva aikaa.

1.1 Tutkimuksen lähtökohdat ja kohdeyritys

Työn lähtökohtana on selvittää millainen tietotuote palvelisi parhaiten asiakasta valituksa kunnossapidon toimintaympäristössä ja minkälaista liiketoiminnallista hyötyä tietotuotteen avulla voidaan saavuttaa. Työn tarkoituksena on myös kartoittaa teollisen internetin tietotuotteiden käytännön ongelmia sekä täyttää aihealueella vallitsevaa kirjallisuusaukkoa.

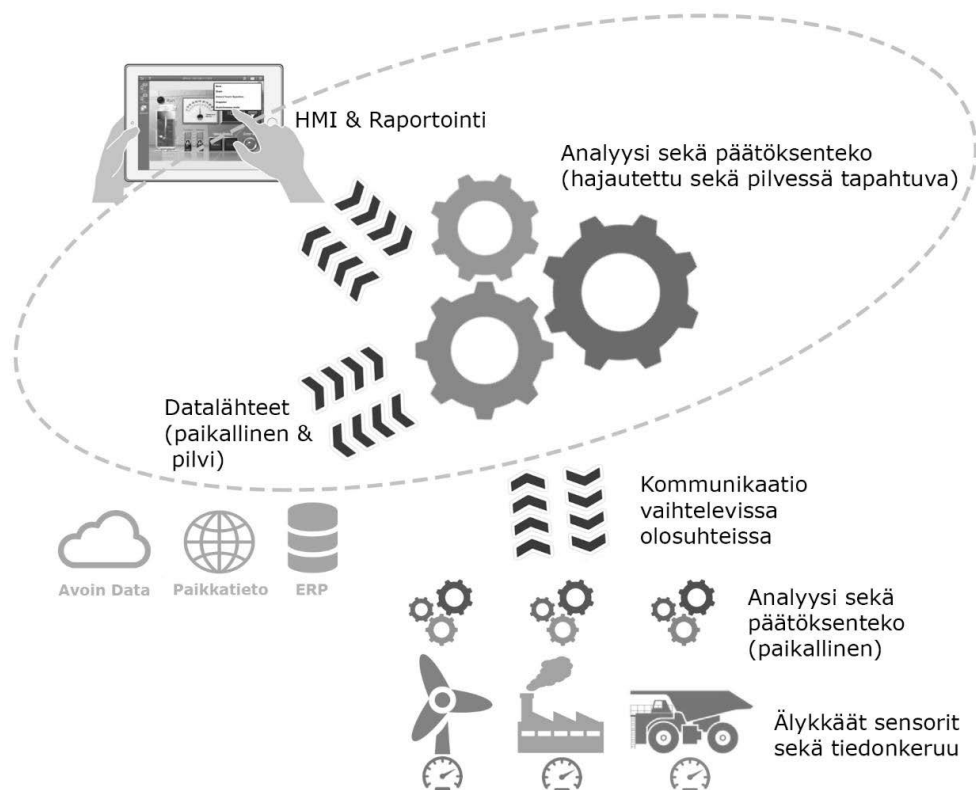
Tutkimuksen pääpaino sijoittuu kunnossapitoa käsitteleviin tietotuotteisiin, jotka sisältävät sekä toiminnanohjausjärjestelmästä että teollisen internetin antureista tulevaa dataa yhdistettynä analysoiviin ja ennakoiviin päätöksentekomalleihin. Käsitteellä tietotuote tarkoitetaan työssä kaikkia teollisen internetin käyttöliittymiä ja apuvälineitä, joita käyttäjä hyödyntää työssään. Tietotuote voi liittyä jokapäiväiseen töidenohjaukseen tai esimerkiksi liiketoimintatiedon hallinnan raportointiin. Tietotuotteeksi voidaan nähdä sekä taulukkolaskenta-ohjelmilla tehdyt raportit että monimutkaisemmat räätälöidyt työpöytä- ja porautumisnäkyvät omaavat tietotuotteet. Käsitteellä tarkoitetaan myös erilaisien analysointityökalujen sekä päätöksenteon tukena käytettävien tiedon louhintatyökalujen tuottamia tietotuotteita sekä laitteissa olevia HMI-sovellutuksia (Human-Machine-Interface). Tietotuote on yksinkertaisuudessaan reitti käyttäjän ja teollisen internetin laitteiden sekä tietojärjestelmien välillä, mihin on kerätty kaikista osa-alueista tärkeimmät tiedot käyttäjän työn tehostamiseksi ja päätöksenteon tueksi.

Tutkimuksen kohdeyrityksenä toimii IFS:n tytäryhtiö MainIoT Software Oy. Tutkimuksen aloitushetkellä MainIoT Software Oy toimi vielä Solteq Oyj:n tytäryhtiönä. IFS osti MainIoT Software Oy:n 1.3.2016 kesken tutkimuksen. IFS on perustettu 1983 ja sen liikevaihto oli vuonna 2014 yli 3 miljardia kruunua ja henkilöstömäärä yli 2800. MainIoT Software Oy:n liikevaihto vuonna 2014 oli 5,0 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä noin 40. (IFS 2016 & Solteq 2015.) Kohdeyritys tarjoaa asiakkailleen palveluiden toiminnanohjausratkaisuja sekä masterdatan hallinnan ratkaisuja. Kohdeyritys auttaa asiakkaita kunnossapidon toiminnanohjauksessa, töiden ja resurssien hallinnassa, materiaalihallinnassa ja tehostaa esimerkiksi tuotantolaitosten käyntivarmuutta. Ratkaisuja käyttää asiakkaita teollisuuden ja energiatuotannon palveluissa, kunnossapito- ja huoltopalveluissa, kiinteistöpalveluissa sekä koti- ja hoivapalveluissa. Liiketoiminta perustuu omien ohjelmistotuotteiden kehittämiseen ja toimittamiseen. (Mainiot 2015).

Työsuhde kohdeyrityksessä alkoi 2013 toukokuussa kesätöissä ja työsuhde on jatkunut opiskelujen ohella osa-aikaisena ja kesäisin täysiaikaisena. Tutkimuksen kannalta tärkeimpinä työtehtävinä voidaan pitää raporttien suunnittelemista ja kehittämistä kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmästä ja teollisen internetin laitteista saatavan tiedon avulla. Raportteja on toteutettu muun muassa Microsoft Excelillä sekä Power BI -raportointityökalulla asiakkaiden tarpeisiin (Microsoft 2015).

1.2 MANTIS-hanke

Kohdeyritys oli tutkimuksen alussa mukana yhtenä jäsenenä 54 muun yrityksen ja oppilaitoksen kanssa Euroopan laajuudessa ja EU:n osittain rahoittamassa hankkeessa kehittämässä kunnossapidon tehokkuutta ja ennustettavuutta teollisen internetin toimintaympäristössä. Tavoitteena hankkeessa on hyödyntää laitteiden, ajoneuvojen sekä muiden tärkeiden kohteiden älykkäistä antureista saatavaa dataa esimerkiksi ennakoivaan kunnossapitoon sekä kunnossapidon palvelutason seurantaan. Hankkeen tavoitteena on tuottaa huoltoliiketoimintaa varten ohjelmistoalusta ja arkkitehtuurikonsepti teollisen internetin haasteisiin. (Cordis 2015.) Kuvassa 1 on esitetty koko Mantis-projektin konsepti-idea, josta katkoviivalla on erotettu alue, jota tämä työ pääasiallisesti käsittelee.



Kuva 1. Mantis-hankkeen konsepti-idea (mukaillen Mantis 2015, s. 2)

Mantis-hankkeessa kohdeyrityksen tehtävänä oli kehittää asiakkaalle arvoa tuottavia laajempia palvelujen toiminnanohjausratkaisuja teollisen internetin toimintaympäristös-

sä. Ratkaisut tukevat asiakasyritysten operatiivisia toimintoja sekä prosesseja eri tietolähteiden monipuolisen hyödyntämisen kautta. Usein käytettävät arvot perustuvat manuaalisiin kirjauksiin tai arvioihin, minkä seurauksena luvut eivät kerro koko totuutta laitteen tai tuotantolaitoksen kunnossapidon onnistuneisuudesta. (Saraswat & Yadava 2008, s. 336.) Teollisuuden laitteiden verkottumisen eli teollisen internetin avulla luvut saadaan suoraan laitteiden ja tuotantolinjojen antureista, minkä seurauksena inhimillisten virheiden todennäköisyys laskee ja luvut ovat ajantasaisempia sekä tarkempia (Coetzee & Eksteen 2011, s. 4).

Käytännössä tämä tarkoittaa uusien datan prosessointimallien kehittämistä teollisen internetin toimintaympäristöön. Uuden ohjelmistoalustan avulla mahdollistetaan sujuvat datavirrat sekä tarvittavan älykkyyden mukaan tuominen perinteisiin toiminnanohjausjärjestelmiin. Kohdeyrityksen tavoitteena projektissa oli teollisen internetin ohjelmistoalustan lisäksi myös uusien tietotuotteiden sekä niiden käyttöliittymien kehittäminen, mikä on tämän tutkimuksen tavoitteena. Ohjelmistoalustan avulla olemassa oleviin kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmiin yhdistetään teollisen internetin tuottamaa tietoa. Uusien tietotuotteiden avulla sekä päätöksenteko että analysointi nopeutuvat ja tehostuvat, mikä tuo asiakkaalle liiketoiminnallista arvoa. (Mainiot 2015.)

1.3 Tutkimusongelma ja rajaukset

Tutkimuksen otsikko *”Teollisen internetin soveltaminen kunnossapidon tietotuotteissa”* kuvaa tiivistetysti tutkimuksessa käytettyä rajausta. Tutkimuksen pääaihealue rajataan teollisuuden kunnossapidon tietotuotteisiin. Tutkimuksessa tutkitaan, millainen tietotuote palvelee parhaiten asiakasta valitussa kunnossapidon toimintaympäristössä. Tutkimuksessa tavoitteena on luoda tietotuotekonsepti kohdeyritykselle valitussa toimintaympäristössä, missä yhdistetään kirjallisuudesta löydetty tutkimustulokset empiriassa kerättyihin käytännön havaintoihin.

Tutkimuksen lopullinen tietotuotekonsepti muodostetaan yhdistämällä erikseen luodut teoreettinen ja empiirinen tietotuotekonsepti. Teoreettinen tietotuotekonsepti muodostetaan kirjallisuuslähteiden avulla, kun taas empiirinen tietotuotekonsepti luodaan haastattelujen avulla. Haastatteluissa käytetään henkilöitä, jotka ovat sidoksissa joko kunnossapidon tietotuotteisiin, toiminnanohjausjärjestelmiin, teolliseen internetiin tai muihin tietolähteisiin. Valitun lähestymistavan avulla pyritään tuottamaan tutkimustulos, jolla olisi mahdollisimman paljon uutuusarvoa ja olisi samalla mahdollisimman toteutuskelpoinen myös käytännön tasolla.

Tutkimuksen aihealue tulee osittain Mantis-tutkimushankkeen myötä mutta se on myös erittäin tärkeä aihealue kohdeyrityksen liiketoiminnalle. Kaikkia teollisen internetin mukana tuomia liiketoimintamahdollisuuksia ei vielä osata tunnistaa, minkä seurauksena kohdeyritys haluaa olla ajan tasalla alalla tapahtuvista ilmiöistä. Tietotuotteiden avulla lisäarvon tuominen asiakkaalle myytäviin tuotteisiin ja palveluihin on yksi tutkimuk-

sen lähtökohdista. Työn tarkoituksena on uusien liiketoimintamahdollisuuksien lisäksi kartoittaa teollisen internetin tietotuotteiden käytännön ongelmia sekä täyttää aihealueella vallitsevaa kirjallisuusaukkoa.

Tutkimuksessa tavoitteena on luoda tietotuotekonsepti, joka palvelee parhaiten asiakasta kunnossapidon toimintaympäristössä. Tutkimuksessa esitetään minkälaista liiketoiminnallista hyötyä tällaisen tietotuotteen avulla asiakas voi saavuttaa sekä yksittäisen kunnossapitotyöntekijän että ylemmän johdon näkökulmasta. Tavoitteena on myös löytää malleja sekä parhaita käytäntöjä siihen, miten tietotuotteet kannattaa suunnitella ja toteuttaa sekä yhdistää toiminnanohjausjärjestelmään ja teolliseen internetiin parhaimman hyödyn saavuttamiseksi.

Kirjallisuudesta löydettyjä tilanteita ja esimerkkejä voidaan hyödyntää myyntitilanteissa asiakkailla, perustelemaan tietotuotteiden kehittämisen tärkeyttä ja teollisen internetin mukana tuomia mahdollisuuksia. Uutta teknologiaa ja ajattelutapaa on usein haasteellista myydä ensimmäisille asiakkaille, kun referenssejä toteutuksista on vähän tai ei lainkaan. (Ruokolainen 2008.) Kohdeyrityksen tapauksessa voidaan kuitenkin ensin hyödyntää olemassa olevia asiakkuuksia ja lisämyynnin avulla toteuttaa ensimmäiset teollisen internetin sekä tietotuotteiden sovellutukset kunnossapitoon teollisuusympäristössä. Tutkimuksen tulos on täten pääasiallisesti suunnattu teollisuudessa toimiville yrityksille, joilla on mahdollisesti jo käytössä kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä. Yrityksellä tulee olla valmiudet ja halu aloittaa anturidatan keräämisen laitteista, jotta tietovirtoja pystytään käyttämään tiedon jalostamiseen ja päätöksenteon tukemiseen.

Tutkimuksen päätutkimuskysymys ja alakysymykset:

- *Minkälainen kunnossapidon tietotuote palvelee sen käyttäjiä parhaiten teollisen internetin ympäristössä?*

Alakysymykset, joiden avulla tullaan vastaamaan päätutkimuskysymykseen:

- *Miten teollista internetiä ja kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmää hyödyntävien tietotuotteiden avulla voidaan vaikuttaa yrityksen kunnossapitoon?*
- *Miten tällainen tietotuote palvelee päätöksenteon tukena johtaja-tasolla / työntekijän arjessa?*

1.4 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tärkein tavoite on vastata päätutkimuskysymykseen: ”*Minkälainen kunnossapidon tietotuote palvelee sen käyttäjiä parhaiten teollisen internetin ympäristössä?*”. Työn odotetut tulokset koostuvat luodusta tietotuotekonseptista sekä tietotuotteen asiakkaalle tuomista hyödyistä kunnossapitotyöntekijän, johtajan ja yrityksen kunnossapidon näkökulmasta. Tietotuotekonsepti koostuu listasta asioista, mitä tietoa tietotuot-

teen tulisi sisältää, millainen esitystapa tietotuotteella tulisi olla, millainen tietotuotteen käytettävyys tulisi olla sekä muita huomiota, joita tulee huomioida tietotuotetta suunniteltaessa ja toteuttaessa. Muodostetussa tietotuotekonseptissa otetaan myös kantaa miten tietotuote tulisi yhdistää teolliseen internetiin ja mitä hyötyjä tietotuotteen avulla saavutetaan kunnossapitoon. Tuloksien avulla kohdeyritys voi kehittää omia tietotuotteitaan, yhdistää ne paremmin olemassa oleviin järjestelmiin sekä vahvistaa myyntityötään tutkimuksessa havaittujen hyötyjen avulla. Näiden tuloksien avulla kohdeyritys pystyy kehittämään omaa liiketoimintaansa tuomalla samalla lisäarvoa myös asiakasyritysten liiketoimintaan.

Suoritettavan tutkimuksen kaltaisella rajauksella ei ole suoranaisesti löytynyt jo toteutettuja tutkimuksia eli tutkimuksella voidaan nähdä olevan tieteellistä kontribuutiota. Tutkimuksen alkuvaiheessa tutkimuksen merkittävin tieteellinen kontribuutio oli kohdeyrityksen osallistuminen MANTIS-projektiin. Tutkimuksessa tehtyjä havaintoja ja päätelmiä oli tarkoitus raportoida projektin suuntaan ja ne olisivat voineet synnyttää myös uutta tutkimusta. Tutkimuksen suorittamisen loppupuolella IFS:n yritysoston myötä MANTIS-hankkeesta kuitenkin irtauduttiin, eikä tutkimuksen tuloksia tulla raportoimaan hankkeen suuntaan.

Tutkimuksen käytännöllinen kontribuutio koostuu pääasiallisesti kohdeyrityksen oman liiketoiminnan ja tietämyksen kehittämisestä. Tutkimuksen tuloksien avulla kohdeyritys pystyy suunnittelemaan omia tietotuotteitaan paremmin teollisen internetin toimialan vaatimuksiin sopiviksi. Kehittyneiden tietotuotteiden avulla myös asiakasyritysten saavuttama liiketoiminnallinen hyöty voi kasvaa valitussa toimintaympäristössä. Yritys voi myyntitilanteissaan hyödyntää tutkimuksessa havaittuja esimerkkejä tietotuotteista, teollisesta internetistä sekä kunnossapidosta. Esimerkkejä voidaan käyttää perustellessa tietotuotteiden kehittämisen tärkeyttä ja teollisen internetin mukana tuomia uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Teollinen internet on tällä hetkellä vallitseva trendi ja kehityksen suunta, joten oman osaamisen kehittäminen on erittäin hyödyllistä oman uran kannalta.

1.5 Tutkimusfilosofia ja aineisto

Tässä alaluvussa käsitellään tutkimuksen filosofisia valintoja eli miten tutkimus toteutetaan sekä aineistoa, jonka avulla tutkimuksen ongelmaan etsitään ratkaisua. Tutkimus koostuu teoriaosuudesta (kirjallisuuskatsaus) sekä empiriaosuudesta (teemahaastattelut). Tutkimuksessa luodaan kirjallisuuskatsauksen avulla teoreettinen tietotuotekonsepti, jota myöhemmin verrataan empiriassa haastattelujen avulla luotuun empiriiseen tietotuotekonseptiin. Tutkimuksen tuloksena luodaan edellä mainituista yhdistetty lopullinen tietotuotekonsepti.

Teemahaastattelujen avulla pyritään selvittämään, minkälaista tietoa asiakkaat ja loppukäyttäjät haluavat tietotuotteelta sekä kerätään tietoa ja käytännön kokemuksia jo ole-

massa olevista toteutuksista ja niissä havaituista ongelmista. Haastatteluiden avulla pystytään samalla myös tutkimaan kuinka hyvin kohdeyrityksen ja asiakkaan tarpeet ja vaatimukset tietotuotteiden osalta kohtaavat. Empiirisen tutkimuksen menetelmiä, tiedonkeruuta, haastattelurunkoa ja tiedon analysointia käsitellään tarkemmin luvussa 5.

Taulukossa 1 on esitetty tiivistetysti tutkimuksen filosofiset valinnat näkökulmittain ja niiden vaikutukset tutkimukselle.

Taulukko 1. *Tutkimuksessa tehdyt valinnat ja vaikutukset tutkimukselle*

Näkökulma	Tehty valinta	Vaikutus tutkimukselle
<i>Filosofia</i>	Tulkinnallinen	Tutkimukseen osallistuvien subjektiivisuus on huomioitu
<i>Lähestymistapa</i>	Deduktiivisen ja induktiivisen yhdistelmä eli abduktio	Tutkimus on pääasiallisesti deduktiivinen mutta hyödyn-tää induktiivisia piirteitä
<i>Tutkimusstrategia</i>	Tapaustutkimus	Tutkimus keskittyy valittuun ilmiöön kohdeyrityksen näkökulmasta
<i>Tutkimusvalinnat</i>	Usea menetelmä	Käytetään useita laadullisia menetelmiä
<i>Ajallinen valinta</i>	Läpileikkaava	Ilmiön käsittely tutkimushetkellä
<i>Tiedonkeruu</i>	Laadullinen tutkimus	Kirjallisuus ja haastattelut
<i>Tiedonanalysointi</i>	Laadullinen	Sisällönanalyysi
<i>Johtopäätösten teko</i>	Teoria- ja empiriakonseptin yhdistäminen	Yhdistetyn tietotuotekonsep-tin luominen kohdeyritykselle

Tutkimuksen tutkimusfilosofia on tulkinnallinen. Saunders et al. (2009, s. 119) mukaan tulkinnallinen ote sopii tutkimukseen, jossa esiintyy ihmisten vuorovaikutusta ja tutkija on osa tutkittavaa kokonaisuutta. Tämä tuo mukanaan subjektiivisuutta tutkimukseen. Tulkinnallisen tutkimuksen tiedonkeruu koostuu usein pienistä laadullisista näytteistä mutta niitä tutkitaan syvällisellä ja tarkasti. (Saunders et al. 2009, s. 119.)

Saunders et al. (2009, s. 61) mukaan tutkimuksen lähestymistapa voi olla deduktiivinen tai induktiivinen. Deduktiivisessa tutkimuksessa kehitetään teoreettinen viitekehys ole-massa olevasta kirjallisuudesta teorioiden avulla. Muodostetun teoriankäsitteksen jäl-keen suunnitellaan ja toteutetaan oman aineiston kerääminen. Aineiston keruun jälkeen tuloksia verrataan ja testataan teorian löydöksiin. Deduktiivisen tutkimuksen tavoitteena on siis teorian testaaminen ja vahvistaminen. Induktiivisen tutkimuksen tavoitteena on uuden teorian luominen. Aineistolähtöisessä tutkimuksessa tutkimus aloitetaan ilman ennako-odotuksia. Tutkimus suoritetaan iteratiivisen prosessin avulla useiden aineiston

keräyskierroksien kautta saaden lopulta rikkaan aineiston aiheesta. (Saunders et al. 2009, s. 61.) Tutkimus voi kuitenkin olla myös näiden yhdistelmä, jolloin tutkimuksessa on molempien tutkimuslaatuja piirteitä. Deduktiivisen ja induktiivisen lähestymistavan yhdistelmän avulla tutkimus aloitetaan deduktiivisesti mutta tutkimuksen edetessä voidaan kerätystä aineistosta ottaa mukaan uusia esiinnousseita teemoja induktiivisen lähestymistavan mukaisesti. (Saunders et al. 2009, s. 127; Elo & Kyngäs 2008, s. 109.)

Lähestymistapana tutkimuksessa käytetään täten deduktiivisen eli teorialähtöisen ja induktiivisen eli aineistolähtöisen lähestymistavan yhdistelmää abduktiota. Abduktio valittiin, sillä yksittäisistä aihealueen osista löytyy tutkimusta jo entuudestaan, mutta kokonaisvaltaista tutkimusta tutkimuksen rajauksella ei ole vielä tehty. Tämän seurauksena vain deduktiivisen tai induktiivisen lähestymistavan valinta ei ollut järkevä ratkaisu. Yhdistetyllä lähestymistavalla mahdollistetaan tutkimuksen aikana esiin tulevien uusien teemojen yhdistämisen jo olemassa olevaan teoriaan. Yhdistetyn lähestymistavan avulla saavutetaan korkein todennäköisyys sille, että tutkimuksen avulla löydetään uusia tapoja ja menetelmiä tutkimusongelman ratkaisemiseen.

Tutkimuksen tavoitteena on saavuttaa syvälinen ymmärrys rajatusta ilmiöstä kohdeyrityksen näkökulmasta, minkä seurauksena tapaustutkimus on tutkimusstrategiana hyvä vaihtoehto. Tapaustutkimuksen tarkoituksena on käyttää monipuolista ja monin tavoin kerättyä tietoa ilmiön selittämiseen. Tapaustutkimuksen yksi tärkeimmistä eduista on, että tutkimustulokset palvelevat laajaa lukijakuntaa ja tutkimuksen tulokset ovat helposti ymmärrettävissä ja täten vähemmän vaivalloisia ottaa käytäntöön. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Tutkimukseen käytettävän ajan rajallisuuden seurauksena ja aiheen ollessa jatkuvan muutoksen alla, tutkimuksen ajallinen valinta on läpileikkaava. Tutkimuksessa tutkitaan tällöin valittua ilmiötä sellaisena kuin se on tutkimushetkellä.

Tiedonkeruu tapahtuu laadullisen tutkimuksen kautta. Laadullisen aineiston avulla saadaan kokonaisvaltaisempi kuva tutkittavasta ilmiöstä. Haasteena on aineiston keruun suunnittelu, kerätyn aineiston käsittely sekä aineiston hyödyntäminen tutkimuksessa. Tässä tutkimuksessa laadullisen aineiston keräämiseksi käytetään teoriaosuudessa kirjallisuuskatsausta ja empiriaosuudessa teemahaastatteluja.

Kirjallisuuskatsaus on metodi ja tutkimuksessa käytettävä tekniikka, minkä avulla tutkitaan jo olemassa olevaa ja tehtyä tutkimusta. Kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään keräämään mahdollisimman monesta laadukkaasta ja ajantasaisesta tieteellisestä tutkimuksesta tuloksia, jotka ovat perustana uusille tutkimuksille. Laadukas kirjallisuuskatsaus voidaan tunnistaa systemaattisesta ja läpinäkyvästä tutkimusaineiston keruusta. Kun kirjallisuuskatsaus on mahdollisimman hyvin kuvattu ja toistettavissa oleva, voidaan myös tutkimuksen tuloksia pitää laadukkaina. (Salminen 2011, s. 5.)

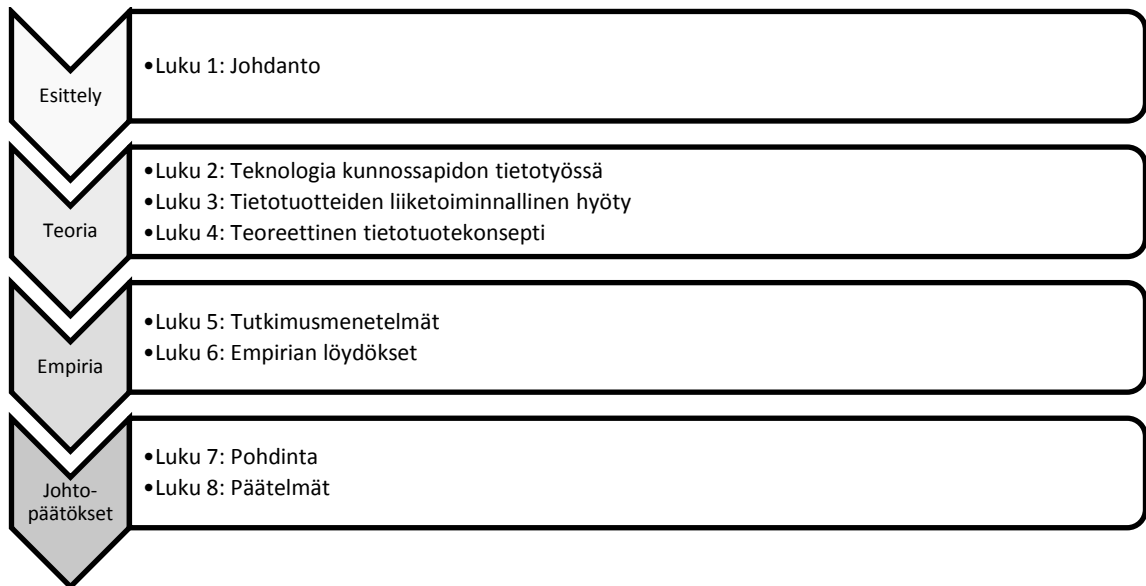
Empiriaosuuden teemahaastattelu tiedonkeruumenetelmänä soveltuu hyvin, kun tutkittava aihealue on vielä vakiintumaton (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Tällöin esimerkiksi kyselyt, testit ja havainnoinnit osoittautuvat tiedonkeruumenetelminä hyvin haasteellisiksi. Kerätyn aineiston vakuuttavuus on kyseenalaista, jos ei voida varmistua vastaajan ymmärryksestä aihealueen piirissä. Teemahaastattelujen avulla voidaan kerätä monitahoisia ja moneen suuntaan viittaavia vastauksia, ja vastauksia voidaan selventää ja syventää lisäkysymyksen avulla haastattelutilanteessa. (Saunders et al. 2009, s. 324.)

Teemahaastatteluista kerätylle laadulliselle aineistolle tehdään sisällönanalyysi ja kerätään tutkimuskysymysten kannalta tärkeimmät tulokset yhteen. Sisällönanalyysissä aineistosta tutkitaan eroavaisuuksia sekä yhtäläisyyksiä etsien ja tiivistäen helpommin luettavaan muotoon. Sisällönanalyysin avulla pyritään luomaan empiirinen tietotuotekonsepti kytkemällä saavutetut tulokset laajempaan kontekstiin ja myöhemmin yhdistämään kirjallisuuskatsauksen avulla luotuun teoreettiseen tietotuotekonseptiin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Kirjallisuuskatsauksen aineisto kerätään hakukirjastoista kuten Emerald Insight, Scopus, Google Scholar, Science Direct, IEEE Xplore sekä MANTIS-projektin verkkosivustolta. Kunnossapidon aihealueelta laadukkaaksi julkaisuksi osoittautui Journal of Quality in Maintenance Engineering, jota on julkaistu jo vuodesta 1995. Teolliseen internetiin keskittyvät julkaisut ovat harvinaisia, joten kirjallisuuskatsauksessa jouduttaneen tukeutumaan myös esineiden internetiä käsitteleviin yleisluontoisempiin julkaisuihin. Teollisen internetin aiheuttama dataliikenne on hyvin lähellä big dataa, joten yleisiä big dataan liittyviä julkaisuja hyödynnettiin myös. Kirjallisuutta etsittiin pääasiallisesti seuraavia termejä yhdistellen: information product, industrial internet, iot, internet of things, maintenance, predictive-maintenance, condition-based maintenance, service, erp, reporting, analysis, decision-making, human machine interface sekä RAMS.

1.6 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuksen rakenne esitetään kuvassa 2 ja se jakautuu neljään osaan: esittely, teoria, empiria ja johtopäätökset.



Kuva 2. Tutkimuksen rakenne

Luvussa 1 esitetään työn lähtökohdat ja kohdeyritys, tutkimusongelma, rajaukset ja työn tavoitteet. Luvussa 2 käsitellään kunnossapidon tietotyössä käytettäviä teknologioita kuten toiminnanohjausjärjestelmiä ja tietotuotteita. Luvussa 3 käsitellään tietotuotteiden avulla saavutettavia liiketoiminnallisia vaikutuksia kuten kunnossapidon tehokkuuden muutoksia. Luvussa 4 esitetään kirjallisuuskatsauksen avulla luotu teoreettinen tietotuotekonsepti. Luvussa 5 käsitellään tutkimuksen empiirisessä osassa käytettävät tutkimusmenetelmät ja esitellään haastateltavien henkilöiden taustat ja sidosryhmät. Luvussa 6 käsitellään empiirisen tutkimuksen tulokset sidosryhmittäin ja yrityksittäin sekä luodaan tutkimuksen empiirinen tietotuotekonsepti. Luvussa 7 kootaan yhteen tutkimuksen lopullinen tietotuotekonsepti työssä esitellyn teorian ja empiriasta saatujen tulosten pohjalta. Luku 8 koostuu tutkimuksen yhteenvedosta, työn onnistuneisuuden arvioinnista sekä jatkotutkimusmahdollisuuksista.

2. TEKNOLOGIA KUNNOSSAPIDON TIETOTYÖSSÄ

Tässä luvussa esitetään kunnossapidon perusteita, kunnossapidon mittaamisen näkökulmia ja menetelmiä sekä kunnossapidon tietotyössä tarvittavia teknologioita. Näiden taustatietojen tunteminen ja ymmärtäminen ovat tutkimuksen kannalta välttämätöntä, jotta pystytään ymmärtämään, miksi kunnossapidon tietotuotteita tarvitaan ja miten teollisen internetin avulla voidaan kehittää kunnossapitoa.

2.1 Kunnossapito teollisuusympäristössä

Kunnossapito käsitteenä on yleisesti tunnettu, minkä seurauksena määritelmiä on lukuisia. Määritelmät eivät kuitenkaan eroa merkittävästi toisistaan. Yksinkertaisuudessaan kunnossapidon tavoitteena on huolehtia määritettyjen koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnosta, jotta tuotanto on mahdollista tapahtua olosuhteissa, jotka ovat edullisimmat turvallisuuden, nettotuottojen, ympäristön ja laadun kannalta. (Al-Najjar 1996, s. 4; Garg & Deshmuk 2006, s. 206; Opetushallitus 2015.) Tuotanto-, prosessi-, ja energialaitoksissa prosessit ovat hyvin laajasti automatisoituja, minkä seurauksena kunnossapidon ja erityisesti sen hallinnan ja ohjauksen merkitys korostuu (Löfsten 1999, s. 716; Ben-Daya & Duffuaa 1995, s. 20). Osa laitoksen työntekijöistä tarkkailee tuotantoa ja muita laitoksen prosesseja, kun taas kunnossapidosta vastaa yleensä oma tukioorganisaatio. Kunnossapidon tukioorganisaatio vastaa laitoksen kunnossapidosta ja pyrkii saavuttamaan sille asetetut taloudelliset ja toiminnalliset tavoitteet.

Kunnossapidon hallinnassa MM (Maintenance Management) pyritään minimoimaan koko tukitoiminnon kustannukset tehokkaalla kunnossapidon ohjauksella noudattaen koneiden ja laitteiden huoltovaatimuksia. Kunnossapito tukee tuotannon prosessia ja täten tuotanto on täysin riippuvainen kunnossapidon toiminnasta. (Ben-Daya & Duffuaa 1995, s. 21.) Vaikka kunnossapito luetaankin vain tukitoiminnoksi, tulee tuotannon toimia läheisesti kunnossapidon kanssa, saavuttaakseen halutun käyttöasteen laitteille ja täten koko tuotannolle (Veldman & Wortmann 2011, s. 10). Kunnossapidon ohjaukseen kuuluvat muun muassa huoltotöiden ohjaus ja ajastus, töiden resursointi huoltomiehille, työluoppien ja työohjeiden hallinnointi, varaosien osto, laskutus sekä varastointi, kustannusseuranta ja raportointi. Kunnossapidon hallinta on moniulotteinen tehtävä ja se koskettaa laajaa osaa yrityksen organisaatiota ja sen tehokkaaseen ohjaamiseen vaaditaan hyvää johtajuutta ja riittävät resurssit. (Söderholm et al. 2007, s. 26 - 29.) Kunnossapito teollisuusympäristössä vaatii kunnossapitotyöntekijöiltä laajaa tietämystä teknisistä järjestelmistä, laitoksen prosesseista sekä prosessien toimintatavoista. Huoltotöiden teke-

miseen vaaditaan kattavaa ammatillista kokemusta sekä yksityiskohtaista ja jatkuvaa koulutusta eri osa-alueilta. Laitoksien muuttuessa yhä teknisemmiksi ja moderneimmiksi, myös huoltotöiden haastavuus ja teknisyyds lisääntyy. (Veldman & Wortmann 2011, s. 11 – 12.)

Huollolla tarkoitetaan kunnossapidon yleistermin alla tapahtuvia konkreettisia toimenpiteitä, vianetsintää sekä itse vikojen korjaamista (Al-Najjar 1996, s. 8 - 9). Huoltotöitä voidaan jaotella muun muassa korjaavaan huoltoon, ehkäisevään huoltoon, täydentämiseen sekä esimerkiksi tarkastuksiin (Gustafson et al. 2013, s. 75). Laitteelle pyritään aina tehdä suunniteltua ja ennakoivaa huoltoa hallittujen seisokkien aikana. Ennakoivan kunnossapidon avulla varmistetaan laitteen ja tuotantolinjan korkea käyttöaste sekä turvallinen ja kustannustehokas toiminta. (Ollila & Malmipuro 1999, s. 17.)

Kunnossapito voi perustua huollettavan kohteen aikaan tai kuntoon. Aikaan perustuvassa kunnossapidossa huollot ajoitetaan kalenteriajan tai kohteen käyttöajan mukaan. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa huolto suoritetaan kohteen osan hajoessa tai silloin, kun osan oletetaan ennusteen mukaan hajoavan. Kuntoon perustuvan kunnossapidon ennuste pohjautuu kohteesta kerättyyn dataan. Kohteesta kerätään dataa seuraamalla esimerkiksi metallipartikkeleiden määrää öljyssä tai epätavallisten värinöiden lukumäärää. Kerättyä dataa tallennetaan, siivotaan ja analysoidaan luotujen mallien avulla tai vertaillaan dataa olemassa oleviin raja-arvoihin. (Veldman & Wortmann 2011, s. 6.) Nykyaikaiset kohteet voivat myös tallentaa dataa nykytilastaan, minkä avulla kuntoon perustuvaa huoltoa voidaan nopeuttaa ja automatisoida (Veldman & Wortmann 2011, s. 6 – 7; Juuso & Lahdelma 2013, s. 283 - 289). Kerätyn datan ja mallien avulla pystytään tällöin luomaan yksittäisten komponenttien tai laitteiden eliniän ennusteita. Ennusteiden avulla luodaan laitteelle ennakoiva kunnossapidon huolto-ohjelma, joka ottaa huomioon myös laitteen kunnon.

Kunnossapidon kattotermin alle luetaan usein kunnossapidon hallinnan lisäksi myös kohteiden hallinta EAM (Enterprise Asset Management). Kohteiden hallinta on välttämätöntä, sillä huollettavan laitekannan lukumäärä voi nousta jopa tuhansiin. Laitteissa oleva suuri sitoutunut pääoma velvoittaa laitteiden riittävään seurantaan ja hallintaan esimerkiksi varaosien ja laitekohtaisten työohjeiden osalta. Kohteiden hallinnan avulla pystytään seuraamaan miten, milloin ja kuka laitetta on huoltanut ja mitä kustannuksia on aiheutunut. Kohteiden hallinta ja seuranta ovat tärkeimpiä ja tuottavimpia osa-alueita kunnossapidossa. Oikeanlaisella seurannalla pystytään esimerkiksi huomaamaan, mitkä laitteet aiheuttavat eniten kustannuksia. (Marquez & Herguedas 2004, s. 256.) Kustannuksia pystytään myös peilaamaan laitteen tuottamaan arvoon ja hyötyyn, minkä avulla voidaan arvioida laitteen kannattavuutta ja tehdä päätöksiä mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

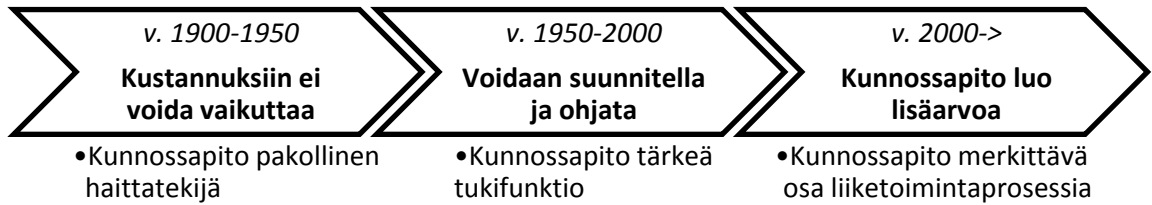
Nykyään kohteiden hallintaa on myös laajennettu koko laitteen elinkaaren hallintaan LCM (Life Cycle Management). Jo laitteen hankintaprosessivaiheessa huomioidaan laitteen koko elinkaaren vaikutukset: investointikustannukset, välittömät käytön kustannukset, kunnossapitokustannukset, paikkauskustannukset, tuotonmenetykset sekä elinkaarituet. Elinkaarimallin avulla pystytään tekemään kokonaisvaltaisesti parempia laitehankintoja, haasteena on kuitenkin ennustamisen vaikeus. Esimerkiksi huoltokustannuksien ennustaminen on miltei mahdotonta, jos kyseessä on uusi laite eikä sille ole saatavilla esimerkiksi huolenpitosopimusta. (Saraswat & Yadava 2008, s. 332; Nappi 2014, s. 3.) Ulkoistamisen trendi on vaikuttanut osaltaan myös kunnossapitoon ja palvelujen osto toiselta osapuolelta esimerkiksi oman tehtaan kunnossapitoon on yleistynyt. Palveluiden osto tuo mukanaan uudenlaiset ongelmat sekä palveluntarjoajalle että palvelunhankkijalle. Kun kunnossapitoa ostetaan ulkopuoliselta, nousevat sopimuksien hallinta, tiketointi, palvelutasosopimukset sekä vastuuasiat suureen rooliin. (Bertolini et al. 2004, s. 773 - 775.) Ulkoistamisen ongelmana on myös tehtaaseen liittyvän hiljaisen tiedon menettäminen, jota käsitellään lisää luvussa 3.3 (Veldman & Wortmann 2011, s. 9).

Toinen murroksen kohteena oleva liiketoiminta on kentällä tapahtuva liikkuva kunnossapito ja sen tehokas ohjaus FSM (Field Service Management). Liikkuva työ on asettanut omat vaatimuksensa kunnossapidon ohjauksen onnistuvuuteen. Muun muassa tarvittavien varaosien kuljettaminen mukana kohteeseen, tarvittaviin järjestelmiin pääsy mobiilisti ja reittioptimointi ovat haasteita, joiden kanssa suoritetaan jatkuvasti kehitystyötä. (Kumar et al. 2013, s. 267.)

2.2 Kunnossapidon mittaaminen

Yksinkertaistettuna laitoksen kunnossapidon näkökulmasta kannattavuuden tasapainoa haetaan seisokkiajan ja resurssien käytön väliltä. Seisokkiaika vähentää laitoksen liikevaihtoa, kun taas resurssien ja varaosien käyttö nostavat kunnossapidon kustannuksia. (Narayan 2012, s. 183.) Riippuen toimialasta ja laitoksesta seisokilla on erilaiset vaikutukset liikevaihtoon. Esimerkiksi energiantuotannossa odottamattomalla seisokilla voi olla laskeneen liikevaihdon lisäksi muitakin vaikutuksia, kuten reklamaatiot ja sakot. Kunnossapidossa tulee ottaa huomioon kuitenkin myös muita asioita. Esimerkiksi turvallisuus on kunnossapidon osa-alue, minkä tärkeyttä ei tule väheksyä. Kun seisokista aiheutuneet haitat ja muut tarpeet ovat kartoitettu, kyetään arvioimaan paremmin kunnossapitoon käytettävissä olevaa budjettia ja ennen kaikkea sille asetettavia tavoitteita. Kuten kaikessa toiminnassa, myös kunnossapidossa tavoitteiden asettaminen ja niiden saavuttamisen seuranta ovat hyvin tärkeitä. (Parida & Kumar 2006, s. 244; Kumar et al. 2013, s. 236; Stenström et al. 2013, s. 223.)

Edellä esitetty yksinkertaistettu määritelmä kunnossapidon pakollisuudesta sekä mitaamisesta ja tavoitteiden asettamisesta on nykyään hieman vanhentunut. Parida & Kumar (2006, s. 240) mukaan kunnossapidossakin on siirrytty arvonluontimalliin, mikä on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Kunnossapidon roolin muuttuminen liiketoiminnassa (mukaillen Parida & Kumar 2006, s. 240)

Kuvasta 3 huomataan, että 1900-luvun alussa kunnossapitoa ajateltiin pakollisena haittatekijänä ja sen aiheuttamiin kustannuksiin ei pystytty vaikuttamaan. 1950–2000 huomattiin, että kunnossapidon kustannuksissa pystyttiin säästämään suunnittelemalla ja ohjaamalla sitä hallitusti. Samaan aikaan huomattiin myös, kuinka tärkeä kunnossapito on tukifunktiona yritykselle. Viime aikoina kunnossapito on noussut vielä merkittävämpään rooliin yrityksen liiketoiminnassa. Kunnossapito nähdään olevan merkittävä osa yrityksen liiketoimintaprosessista ja huoltopalveluliiketoiminta on suuressa osassa yrityksen arvonluontiprosessia. (Parida & Kumar 2006, s. 240.)

Kumar et al. (2013, s. 240) jaottelevat kunnossapidon tehokkuuden mittaamiseen kolmeen eri osa-alueeseen mittaamisen kohteen mukaan. Osa-alueet ovat laitteen tehokkuus, kunnossapidon kustannustehokkuus sekä prosessin tehokkuus. On tärkeää huomata, että kaikki kolme osa-aluetta tulee olla kunnossa, jotta kunnossapito todella tuo hyötyä organisaatiolle. Esimerkiksi vaikka yksittäiset laitteet toimisivatkin tehokkaasti ja kunnossapito vaikuttaisi olevan kustannustehokasta, jos kunnossapidon prosessin töiden aikataulutus ja suunnittelemattomien töiden määrä kasvaa liian suureksi, heikentää se kunnossapidon onnistuvuutta. (Kumar et al. 2013, s. 240.)

Lehtosen (2007, s. 118 - 119) ja Anderson & McAdam (2004, s. 468) mukaan mitä mitataan, voidaan myös johtaa, pätee myös kunnossapitotyöhön. Kun mitataan kunnossapidon eri osa-alueita, on niiden johtaminenkin huomattavasti johdonmukaisempaa ja helpompaa. Henkilö-, osasto- ja yrityskohtaisten tavoitteiden asettaminen ja mittaaminen mahdollistavat tuloksellisen kunnossapidon seurannan. Parida & Kumar (2006, s. 245) mukaan hyvässä keskeisen suorituskyvyn mittarissa KPI (Key Performance Indicator) tärkeää on selkeys, mitattavuus, saavutettavuus, realistisuus ja saatavuus. *Selkeällä* mittarilla tarkoitetaan, että mitattava tekijä pystytään kuvaamaan selkeästi ja yksiselitteisesti väärinymmärryksien estämiseksi. *Mitattavalla* tarkoitetaan, että mittauksen kohde on laskettavissa ja helposti verrattavissa muuhun dataan. Esimerkiksi kyllä / ei – tyyppisiä mittareita tulisi välttää. *Saavutettavalla* mittarilla tarkoitetaan mitattavaan tietoon pääsyä ja luotettavuutta vallitsevissa olosuhteissa. *Realistinen* mittari sopii orga-

nisaation muihin mittareihin ja se on kustannustehokas. *Saatavilla* olevan mittarin arvo on saatavilla kohtuullisessa aikamäärässä. (Parida & Kumar 2006, s. 245.) Kunnossapidon seurannassa käytettävät mittarit eroavat toisistaan, kun tarkastellaan kunnossapitotyöntekijän tai johdon näkökulmasta.

2.2.1 Kunnossapitotyöntekijän näkökulma

Kunnossapitotyöntekijän näkökulmasta mittaamisen kohteena käytetään usein kunnossapitotyön tehokkuutta, laitteiden käyttöastetta ja tavoitteiden, kuten riittävän työturvallisuuden saavuttamista. Mittaaminen tapahtuu usein esimerkiksi seuraamalla suoritettujen töiden lukumäärää, työtapaturmien määrää, työn suoritukseen keskimäärin kulunutta aikaa, ennakoivien töiden osuutta kaikista töistä, kuinka moni työ on valmistunut suunnitellussa ajassa tai esimerkiksi kuinka moni töistä on jäänyt kesken. (Kumar et al. 2013, s. 237 - 238.) Mittareita voidaan käyttää esimerkiksi tulospalkkauksen perusteena tai toiminnan kehittämisen apuvälineenä. Kun huomataan, että jokin osasto alisuoriutuu jatkuvasti, selvitetään juurisyy tapahtuneelle ja korjataan se (Marquez & Herguedas 2004, s. 255). Jos toimintaa ei mitata ja seurata, voidaan luulla kaiken olevan hyvin, vaikka tosiasialla näin ei olisi (Gustafson et al. 2013, s. 83).

Saraswat & Yadava (2008, s. 336) mukaan kunnossapidon mittareista yhtenä yleisimpänä ja tunnetuimpana pidetään RAMS-mittaristoa. RAMS:in avulla voidaan mitata esimerkiksi kohteen tai laitoksen käyttövarmuutta ja se koostuu sanoista Reliability (luotettavuus), Availability (käytettävyys), Maintainability (kunnossapidettävyys) ja Safety (turvallisuus). *Käyttövarmuudella* tarkoitetaan, kuinka hyvin kohde pystyy suoriutumaan sille vaaditusta toiminnasta tietyillä vaatimuksilla, ja kuinka kauan kohteen käyttökuntoon palauttaminen vie aikaa sen vikaannuttua. *Luotettavuudella* tarkoitetaan yksinkertaisuudessaan, kuinka todennäköisesti kohde toimii vikaantumatta valitun aikajakson aikana. Mitä luotettavampi kohde, sitä epätodennäköisempää on hallitsematon vikaantuminen valitulla aikavälillä. *Käytettävyydellä* tarkoitetaan prosenttiosuutta, kuinka suuren osan ajasta kohteen nähdään olevan toiminnassa valitulla aikavälillä. Suomalaisen ydinvoimalan käytettävyys olisi esimerkiksi 96 % sillä se on toiminnassa koko vuoden, lukuun ottamatta kahta viikkoa, jolloin ydinvoimalassa järjestetään vuosi-huollot. Käytettävyys voidaan laskea jakamalla käyttöaika käyttöajan ja seisokin summalla (Shankar & Sahani 2003). *Kunnossapidettävyydellä* tarkoitetaan huollettavan kohteen huollon helppoutta, yksinkertaisuutta ja kustannustehokkuutta. Mitä parempi kunnossapidettävyys on, sitä lyhempiä ja tehokkaampia sille suoritettut huoltotyöt ovat. *Turvallisuudella* tarkoitetaan kohteen tai laitoksen elinajan aikana vallitsevaa turvallisuutta sekä ihmisten että ympäristön kannalta. Turvallisuuteen ja ekologisuuteen liittyvät asiat ovat yhä enenevässä määrin tärkeämpiä yrityksen brändille ja julkisuuskuvalle, minkä seurauksesta niiden painoarvo on noussut myös kunnossapidon mittaamisessa. (Narayan 2012, s. 184.)

RAMS-mittariston kaltaisten mittarien käyttö voi olla organisaatiolle joskus liian karkeatasoinen tai vaikea käyttöönottaa, mistä syystä käytössä on myös yksinkertaisempia mittaustapoja. RAMS-mittariston tuottamat lukuarvot eivät välttämättä myöskään ole aina yksiselitteisiä ja helposti vertailtavissa keskenään. Käytännönläheisempiin ja yksinkertaisempiin mittareihin luetaan esimerkiksi PSK-standardeihin kuuluvia mittareita ja tunnuslukuja. PSK-standardit ovat käytännönläheisiä ja menetelmätyyppisiä työkaluja, joiden kehyksinä käytetään eurooppalaisia sekä kansainvälisiä tuotestandardeja (PSK 2016). Yksi tunnetuimpiin ja käytetyimpiin myös PSK-standardeihin lukeutuvaa mittaria käytetään laitteiden ja tuotantolinjojen tehokkuustason mittaamiseen. Mittaria kutsutaan OEE-laskennaksi (Overall Equipment Effectiveness) suomeksi KNL-laskenta. OEE muodostetaan kertomalla laitteen tai tuotantolinjan käytettävyyden, nopeuden ja laatu, joiden tuloksena saadaan lukuarvo, joka kuvaa yhdellä luvulla mitatun kohteen kokonaisvaltaista tehokkuutta. OEE-laskennan avulla pystytään täten myös välillisesti mittaamaan kunnossapidon onnistuneisuutta mitattavan laitteen kohdalla. (Ben-Daya & Duffuaa 1995, s. 23.)

PSK-standardien käyttämisen etuna saavutetaan oman toiminnan vertailtavuus alan muihin toimijoihin. PSK-standardit ovat käytössä laajasti teollisuudessa ja eri tunnusluvuille on määritetty teollisuudessa vallitsevat raja-arvot ja toteutuneita keskiarvoja. Mittaamalla omaa toimintaa PSK-standardien avulla voidaan kehityksen tulos todentaa mittarien avulla. PSK-standardit sisältävät myös parhaita käytäntöjä, miten kunnossapitoa tulisi ohjata. (PSK 2016.) Vaikka PSK-standardointi on Suomalainen kehitysyksikkö, sen sisältämät tunnusluvut ovat laajasti käytössä myös kansainvälisesti. Gustafson et al. (2013, s. 76) esittelee esimerkiksi tunnusluvut MTBF (mean-time-between-failures) sekä MTTR (mean-time-to-repair), jotka ovat myös osa PSK-standardoinnin tunnuslukuja. MTBF tarkoittaa keskimääräistä aikaa vikojen välillä, jolloin laite pysyy käynnissä täydessä toimintakunnossa ilman kunnossapitoa. MTTR taas tarkoittaa keskimääräistä aikaa, joka kuluu laitteen korjaukseen. Tällaisille tunnusluvuille voidaan asettaa tavoitteita ja seurata kuinka hyvin ne saavutetaan. (Gustafson et al. 2013, s. 76.)

Mittaamalla kunnossapidon eri osa-alueita mahdollistetaan tavoitteiden saavuttamisen seurannan lisäksi mahdollisuus parempaan ennustettavuuteen. Marquez & Herguedas (2004, s. 254) mukaan kunnossapidosta kerättyä dataa käytetään usein esimerkiksi ylemmän tason kunnossapitomenettelytapojen muodostamisessa. Samaa dataa voidaan hyödyntää myös kunnossapidon vikaantumisien ennustamisessa erilaisien mallien avulla. Datan hyödyntäminen ennusteissa ei kuitenkaan usein toteudu, sillä analyysin ja ennustemallien luominen on liian haastavaa tai kallista. (Marquez & Herguedas 2004, s. 254.) Ennusteissa käytettävän datan luotettavuus ei myöskään ole aina riittävän korkealla. Kunnossapidon kirjauksiin perustuvaan dataan liittyviä ongelmia käsitellään lisää luvussa 3.2.

Kunnossapidon ulkoistamisen ja huoltopalveluliiketoiminnan seurauksena kunnossapidon tehokkuuden seurannassa käytettäviä mittareita voidaan käyttää hinnoittelun ja kustannuksien perusteena. Tämän seurauksena kunnossapitotyöntekijän näkökulmasta töiden oikeanlainen kirjaus ja raportointi nousevat entistä tärkeämpään rooliin. (Bertolini et al. 2004.) Ulkoistamisen yhteydessä myös aineettoman pääoman merkitys kasvaa. Hiljainen tietämys huollettavasta laitekannasta ja asiakkaiden toimintatavoista on aineetonta pääomaa. Aineettoman pääoman virtojen mittaamisessa käytettävät mittarit eroavat huomattavasti perinteisemmistä kunnossapidon mittareista (Nordika 2001, s. 74). Aineetonta pääomaa käsitellään tarkemmin luvussa 3.3.

2.2.2 Johdon näkökulma

Kumar et al. (2013, s. 250) mukaan yrityksen ylemmän johdon näkökulmasta kunnossapitoa tarkastellaan hyvin usein taloudellisemmasta näkökulmasta. Ylin johto tavoittelee tuottoa ja arvонуontia hyödyntäen laitosta ja sen laitteita. Ylin johto on usein kiinnostunut esimerkiksi ROI:sta (return-on-investment) eli investoinnin luomasta tuotosta sekä esimerkiksi kunnossapitokustannuksien suuruudesta per tuote tai kunnossapitokustannuksien vertaamista koko tuotannon kustannuksiin. Ylin johto näkee usein kunnossapidon yhtenä liiketoimintayksikkönä, jolle on asetettu rahallinen budjetti sekä kunnossapitoon liittyvät tavoitteet. Rahallinen budjetti asetetaan usein historiatietoon pohjautuen ja usein toimintaa tehostamalla yritetään säästää kustannuksia vuosi vuodelta. (Kumar et al. 2013, s. 245 - 251.) Kunnossapidolle asetetut tavoitteet liittyvät usein esimerkiksi aikaisemmin esiteltyjen kaltaisiin mittaustapoihin, kuten RAMS-mittaristoon tai esimerkiksi PSK-standardoituuihin mittareihin ja tunnuslukuihin. Ylin johto korostaa usein myös henkilökohtaisen ja vallitsevan ympäristön turvallisuutta, mitkä osaltaan vaikuttavat yrityksen imagoon (Narayan 2012, s. 184). Kuten muissakin hankkeissa, ei ylimmän johdon tuen merkitystä voi vähätellä. Ylimmän johdon tulee ymmärtää kunnossapidon olevan muutakin kuin kustannus yritykselle. Ylimmän johdon tulee olla kiinnostunut kunnossapidon kehittämisestä ja tarjota sille riittävät resurssit investointeihin. (Kumar et al. 2013.)

Ylimmän johdon eli strategisen tason ja kunnossapitotyön eli operatiivisen tason välissä oleva keskijohto eli taktinen taso pyrkii luomaan edellytykset ylemmän johdon asettamiin tavoitteisiin muokkaamalla ja kehittämällä jatkuvasti operatiivista toimintaa. Kunnossapitoa pyritään kehittämään ja tehostamaan, jotta tunnusluvut paranevat ja asetetut tavoitteet saavutettaisiin. Kunnossapitoa voidaan optimoida muun muassa uusilla innovaatioilla, kuten kehittyneemmällä kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmillä ja teollisen internetin sovellutuksilla. Optimoinnissa on usein kyse tilastollisista analyyseista ja ennusteiden luomisesta, joiden avulla arvioidaan esimerkiksi paras huoltoväli tai miten reitti tulisi optimoida eri huoltokohteiden välillä liikkuvassa kenttähuoltotyössä. (Kumar et al. 2013, s. 234, 266.) Optimointiin lukeutuu myös huoltoprosessien suunnittelu. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon esimerkiksi mitä muita osia kannattaa vaihtaa

tai huoltaa samalla laitteen ollessa seisokissa ja huollettavana vian seurauksena. Kunnossapitoa pyritään nykyään optimoimaan myös erilaisien algoritmien avulla. Tian & Jin (2011, s. 3) mukaan algoritmien ja tilastomatematiikan avulla pystytään laskemaan optimaalisia huoltovälejä laitteille. Algoritmien käytön etuna ovat säästöt ja ennustettavuus kunnossapitotyössä mutta algoritmien suunnittelu ja käyttöönotto vievät aikaa ja resursseja. Näistä syistä johtuen algoritmeja hyödynnetään usein vain kalliimmissa ja tärkeimmissä laitteissa ja kohteissa.

Sekä keski- että ylemmän johdon näkökulmasta koko yrityksen tai laitoksen kunnossapidon tunnuslukujen mittaaminen ja seuranta ovat tärkeää. Operatiivisen kunnossapidon näkökulmasta yksittäisten laitteiden ja osastojen tunnusluvut ovat usein kiinnostavampia. Voidaan nähdä, että mitä korkeammalle hierarkiassa mennään, sitä enemmän taloudelliset mittarit saavat arvostusta. Liiketoiminnassa jatkuva tehostaminen ja kehittyminen ovat käytännössä välttämättömiä yrityksen selviytymisessä ja kasvussa. Tämän seurauksena seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan kunnossapidon tehostamisessa käytettäviä konkreettisia keinoja, kuten kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmät, teollinen internet sekä erilaisten tietotuotteiden hyödyntäminen.

2.3 Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmät

Kunnossapidon ohjauksen ja hallinnan tehostamisessa yleisimpänä apuvälineenä on käytetty kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmiä. Toiminnanohjausjärjestelmän ERP (Enterprise Resource Planning) avulla tiedon liikkuminen eri toimintojen välillä tehostuu ja esimerkiksi toimintojen ja transaktioiden kustannuksien seuranta helpottuu. (Järviö et al. 2007.) Erilaiset automatisoidut työnkulut ja tarkistuskierrokset helpottuvat toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä voi olla osana koko yrityksessä käytössä olevaa toiminnanohjausjärjestelmää omana moduulinaan tai se voi toimia täysin erillisenä kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmänä. Kun käytetään erillistä kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmää, luodaan liittymät yrityksen muuhun talouden- ja toiminnanohjausjärjestelmään.

Järviön et al. (2007) mukaan kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään kuuluvia moduuleja ovat työmääräinjärjestelmä, ennakkohuoltojärjestelmä, vika- ja häiriöilmoitusjärjestelmä, ostotilausjärjestelmä, yhteystietorekisteri, resurssien hallinta, palveluiden- myynti ja laskutusjärjestelmä, työtuntien kirjausjärjestelmä, projektien hallintajärjestelmä sekä kalibrointijärjestelmä. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän käytön avulla saavutetaan usein esimerkiksi parempaa resurssienhallintaa sekä laitteiden ja työntekijöiden tehokkuuden seuranta. Toiminnanohjausjärjestelmä kehittää myös toiminnan jäljitettävyyttä, laadukkuutta ja yhdenmukaisuutta. Kunnossapitoorganisaatioiden kasvaessa, muuttuessa liikkuviksi tai ulkoistaessa huoltotoimintaa, on tietojärjestelmän käyttö kunnossapidon ohjauksessa ja hallinnassa käytännössä välttämätöntä. (DeLone & McLean 1992; Kans 2009; Ktos & Patalas-Maliszewska 2013.) Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmässä oleva tieto koostuu resurssien, töiden ja

toiminnan ohjauksen lisäksi erilaisten materiaalivirtojen hallinnasta. Esimerkiksi varaosien ostot, tilaaminen, varastointi, laskutus, käyttö ja seuranta ovat kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän avainalueita. Myös erilaiset päiväkirjat ovat yleisiä, joissa kuvataan vikatilanteita tai yleistä toimintaa. Päiväkirjojen avulla parannetaan kunnossapidon ohjauksen jäljitettävyyttä ja historiatietoja. Päiväkirjojen säännöllinen ylläpito on myös laissa määrättyä joillakin toimialoilla.

Eroavaisuudet eri toimittajien toimittamissa toiminnanohjausjärjestelmissä löytyvät hieman eriävistä toimintalogiikoista sekä ominaisuuksista. Nykyään tärkeässä roolissa olevia ominaisuuksia ovat muun muassa selain-käyttöliittymä, mobiili-käyttö sekä kattava ja helppokäyttöinen raportointi. Myös erilaiset työkalut dokumenttien hallintaan ja esimerkiksi työluoppien, ohjeiden ja valokuvien hallintaan ovat ominaisuuksia, jotka erottavat eri toimittajien ratkaisuja toisistaan. (Haddara & Elragal 2015, s. 725; Opetushallitus 2015.) Toiminnanohjausjärjestelmien toimitusprojektit ovat olleet alusta lähtien hyvin monimutkaisia, joista hyvin useat eivät ole täyttäneet niille asetettuja odotuksia (DeLone & McLean 1992). Toimitusprojektit sisältävät personointia ja räätälöintiä, mitkä hidastavat ja monimutkistavat jo valmiiksi haastavia projekteja.

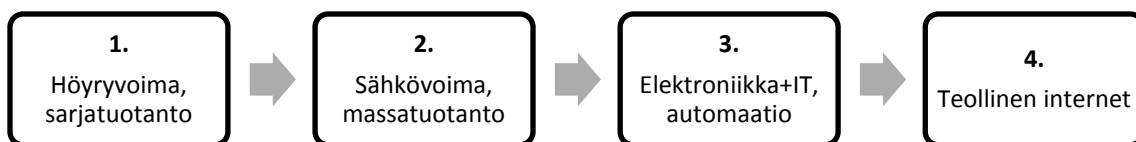
Teollisen internetin ympäristössä toiminnanohjausjärjestelmän yhteyteen liitetään myös monia muita sidosjärjestelmiä. Sidossjärjestelmiin kuuluvat muun muassa teollisen internetin ohjelmistoalustat sekä päätöksenteko- ja analysointi-ohjelmistot. Analysointiohjelmia tarvitaan, sillä toiminnanohjausjärjestelmien isoimpiin ongelmiin kuuluvat juuri niiden heikot ennustusominaisuudet ja suorien liittymien puute teollisen internetin sensoreista saapuvaan dataan. Tämän seurauksena toimitusprojektien johtaminen ja prosessien kehittäminen ovat ensiarvoisen tärkeitä onnistuneeseen teollisen internetin ympäristössä toimivaan kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään. (Haddara & Elragal 2015, s. 722.)

2.4 Kunnossapito teollisen internetin ympäristössä

Teollinen internet on hyvin lähellä esineiden internetin (IoT, internet-of-things) käsitettä ja kattaa alleen esineiden internetin lisäksi myös teollisuuden M2M-yhteydet ja koneoppimisen. Teollista internetiä on kritisoitu markkinointitermiksi esineiden internetille teollisuusympäristössä mutta kuten Haller et al. (2008), Chen et al. (2012) ja Lee & Lee (2015) toteavat sekä esineiden internetin että teollisen internetin termin käyttö on sallittua.

Sekä esineiden internet että teollinen internet nähdään sisältävän RFID:n, sensoriverkoston, väliohjelmiston, pilvilaskennan sekä tietojärjestelmät, jotka hyödyntävät laitteista kerättyä dataa. *RFID-teknologian* avulla mahdollistetaan etävalvonta, prosessinvalvonta sekä esimerkiksi lämpötilan, ilmanpaineen, nestetason, värinän tai muiden vallitsevien olosuhteiden mittaaminen. RFID-teknologiaa hyödyntäviä antureita on aktiivisia, osittain passiivisia ja passiivisia. *Sensoriverkosto* taas koostuu antureista, sensoreista

sekä RFID-lukijoista. Sensorit ovat liitetty verkkoon ja ne lähettävät tietoa esimerkiksi laitteiden liikkeistä, ominaisuuksista ja sijainnista. *Väliohjelmistolla* tarkoitetaan valmiita ohjelmistoja sekä rajapintoja fyysisten laitteiden ja tietoteknisten sovelluksien välillä. Väliohjelmistoilla madalletaan sensorien käyttöönoton kynnyksiä ja vähennetään ohjelmoinnin tarvetta. Väliohjelmistot perustuvat usein avoimen lähdekoodin ohjelmistoihin ja ne pyritään luomaan siten, että käyttömahdollisuudet olisivat mahdollisimman laajat riippumatta niihin liitettyjen fyysisten antureiden tyypistä. *Pilvilaskennalla* tarkoitetaan teknisiä vaatimuksia ja valmiuksia, joita teollinen internet tarvitsee toimiakseen. Massiivinen tallennustila, palvelimien suuret laskentatehot ja nopeat verkkoyhteydet ovat välttämättömiä reaaliaikaisissa teollisen internetin päätöksenteon tukijärjestelmissä. *Tietojärjestelmät, jotka hyödyntävät teollista internetiä* ovat käytännössä väline, jonka avulla teollisesta internetistä saatavissa oleva arvo konkretisoituu. (Chen et al. 2012; Lee & Lee 2015, s. 432.) Teollista internetiä pidetään teollisuuden neljäntenä vallankumouksena. Kuvasta 4 huomataan kuinka suuria muutoksia edelliset keksinnöt ovat omalta osaltaan aiheuttaneet teollisuudelle.



Kuva 4. *Teollinen internet – Teollisuuden neljäs vallankumous (mukaillen Haddara & Elragal 2015, s. 722)*

Ensimmäisenä vallankumouksena pidetään höyryvoiman käyttöä suurempien tuotantoerien valmistuksessa. Toisessa vallankumouksessa sähkön avulla aloitettiin massatuotanto ja kolmannessa vallankumouksessa kehitettiin automatisointia elektroniikan ja tietotekniikan avulla. Neljäntenä vallankumouksena pidetään teollista internetiä, missä älykkäät laitteet yhdistetään toisiinsa ja olemassa oleviin järjestelmiin. Yhdistämisen avulla mahdollistetaan myös näiden välinen kommunikointi. Koneiden välistä kommunikointia hyödynnetään esimerkiksi toimitusketjussa, missä koneet tietävät, missä vaiheessa muu tuotantolinja on itseensä nähden. (Haddara & Elragal 2015, s. 722.) Teollisen internetin tavoitteena on yhdistää saumattomasti digitaalinen ja fyysinen maailma. Teollinen internet koostuu verkkoon liitetystä älykkäistä laitteista, joissa on erilaisia antureita ja muita mittaukseen käytettäviä komponentteja. Älykkäistä laitteista kerätään jatkuvasti dataa valitulla frekvenssillä ja kerätty data tallennetaan tietovarastoon. Tietovarastossa datalle tehdään jatkuvaa analysointia ja tiedonlouhintaa, tavoitteena löytää poikkeuksia ja muutoksia laitteen käytöksessä. Analysointia, tiedonlouhintaa ja näiden perusteella luotuja malleja kutsutaan myös koneoppimiseksi. (Haller et al. 2008; Gubbi et al. 2013; Lee & Lee 2015.) Le et al. 2014 mukaan koneoppimisen avulla pystytään muun muassa automatisoimaan huoltotarpeen arviointia esimerkiksi kerätyn sensoridatan avulla. Kerättyä dataa viedään analysoinnin ja siivouksen jälkeen usein myös muihin käytössä oleviin järjestelmiin, kuten toiminnanohjausjärjestelmään (Müller 2013).

Kunnossapidossa teollisen internetin avulla pyritään tehostamaan muun muassa huoltojen vaste- ja korjausaikoja. Perinteisesti ennakoivan kunnossapidon ennusteet ovat pohjautuneet dataan, jotka voivat perustua kunnossapitomiehien arvioihin. Konetta saatetaan myös käyttää ennen määräaikaishuoltoa, vaikka tiedettäisiin että kaikki ei ole kunnossa. (Veldman & Wortmann 2011, s. 19.) Teollisen internetin ja sensoridatan avulla ennakoivan kunnossapidon ennusteet perustuvat todelliseen ja luotettavaan dataan. Teollisen internetin avulla kone voidaan pysäyttää välittömästi, jos kriittinen raja-arvo ylitetään. Veldman & Wormann (2011, s. 20) esittävät tilanteen, jossa eräässä case-yrityksessä kärsittiin miljoonien eurojen vahingot turbiinissa, sillä turbiinia käytettiin, vaikka sen tärinäarvot olivat yli kriittisen tason. Oikeanlaisilla sensoreilla, raja-arvoilla ja teollisen internetin hyödyntämisellä vahingolta olisi todennäköisesti välttytty. Laitteesta saatavan datan avulla pystytään diagnosointia tekemään älykkään laitteen nykytilanteen ja historiatiedon pohjalta, minkä avulla huollon suorittaminen on todennäköisesti tehokkaampaa. (Fantana & Riedel 2009, s. 4.) Teollista internetiä voidaan huoltotyön helpottamisen lisäksi käyttää myös esimerkiksi huolto- tai tuotantoprosessin automaattiseen valvontaan. Antureiden ja konenäön avulla prosessien tehokkuutta ja laatua voidaan monitoroida automatisoidusti ja etänä. (Morgan & O'Donnell 2015, s. 33.) Esimerkiksi teollista internetiä ja muutamaa anturia hyödyntämällä pystytään Brizzin et al. (2013, s. 2 - 4) mukaan seuraamaan tuotantolinjan energia- ja tuotantotehokkuutta eli OEE:tä erittäin kustannustehokkaasti. Yleisesti käytössä olevia suorituskyvyn mittaamiseen suunniteltuja KPI-mittareita voidaan ohjelmoida tarvittaessa myös hälyttimiksi eli ne lähettävät ilmoituksen valituille henkilöille, jos jokin parametritu aktiviteetti tapahtuu esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmässä tai teollisen internetin anturissa. (Kos et al. 2012.)

Usein muun muassa tuotantoprosesseissa käytetyt M2M-yhteydet (machine-to-machine) ovat nimensä mukaisesti kahden laitteen välillä olevia yhteyksiä. Laitteet voivat olla tietokoneita, sulautettuja prosessoreita, älykkäitä sensoreita tai esimerkiksi mobiililaitteita. Perustelu M2M-yhteyksien olemassaoloon voidaan nähdä jakautuvan kahteen osaluokkaan. Verkotettu laite nähdään olevan arvokkaampi kuin eristetty laite ja kun useampi laite yhdistetään toisiinsa, voidaan saavuttaa autonomisempi ja älykkäämpi toiminta laitteiden välillä. Chen et al. (2012) mukaan teollista internetin, esineiden internetin ja M2M-yhteyksien kehittymistä on hidastanut yhtenäisen standardoinnin puute ja monimutkaisuus. (Chen et al. 2012, s. 485 - 486.) Sensorilta tulevan pulssin muokkaaminen jonkun standardin mukaiseksi dataksi ja tallentaminen järkevällä frekvenssillä valittuun muotoon vaatii sensorin ja tietovaraston väliin teollisen internetin ohjelmistoalustan eli väliohjelmiston (Mikusz 2014, s. 389). Ohjelmistoalustan tehtävänä on myös suorittaa yksityisyyteen ja tietoturvallisuuteen liittyviä suojauksia ja tarkistuksia (Lesjak et al. 2014). Kilpailevat standardit ovat sirpaloituneet eri toimialoille rinnakkain, mitkä osaltaan jarruttavat uusien teollisen internetin käyttöönottoprojektien aloittamisia. Myös teknologian kypsyydestä ei olla vielä täysin varmoja, minkä seurauksena päätöstä inves-

toinneista lykätään. Suuri ongelma liittyy kuitenkin juuri esitettyyn ohjelmistoalustaan, missä on vielä paljon kehitettävää (Chang et al. 2013, s. 332).

Teollisen internetin ohjelmistoalustan kautta välitettävä sensoridata nähdään olevan big data –tyyppistä dataa. Big datan aiheuttamat ongelmat hidastavat myös teollisen internetin teknologian yleistymistä (Elragal 2014, s. 248). Lee & Leen (2015) mukaan American Airlines –lentoyhtiön käyttämät sensorit voivat kerätä yhden lennon aikana 30 teratavua dataa, jota hyödynnetään myöhemmin ennakoivassa kunnossapidossa. Datan keräämisessä ja varastoinnissa on datamäärän suuruuden lisäksi haasteena myös reaaliaikaisten prosessointien luominen ja ylläpito. Reaaliaikaisen prosessoinnin tärkeyttä ei voida väheksyä, sillä tieto tulee saada päätöksenteon tueksi mahdollisimman nopeasti ja vaivattomasti. (Lee & Lee 2015, s. 432.) Elragalin (2014, s. 242) mukaan 90 prosenttia maailmalla kerätystä tiedosta on syntynyt viimeisen kahden vuoden aikana. Sensorien ja yhdistettyjen laitteiden lukumäärän arvioidaan myös nousevan nykyisestä vuoden 2016 noin 6,5 miljardista yhdistetystä laitteesta yli 20 miljardiin yhdistettyyn laitteeseen vuonna 2020. Laitteiden räjähdysmäinen kasvu tulee täten myös kasvattamaan datan määrän uusiin mittasuhteisiin. Alati kasvava tietomäärä asettaa yhä tiukempia vaatimuksia tallennukseen käytetyille teknologioille. (Bogue 2014, s. 140.)

Big data on aikaisemmin yhdistetty esimerkiksi sosiaalisen median louhintaan tai ostokäyttäytymisen tutkimiseen ja ennustamiseen. Nykyään kuitenkin teollisen internetin yksittäisen laitteen sensoreista kerätyn datan taltiointi ja hallinta ovat yhä suuremmassa roolissa big datan aihealueella. Seuraava askel Elragalin (2014) mukaan liittyy big datasta löydetyn tiedon tuomiseen toiminnanohjausjärjestelmiin. Laitteista kerätyn big datan muokkaaminen ja siivoaminen muotoon, mikä voidaan tallentaa relaatiotietokantaan toiminnanohjausjärjestelmään, tuo enemmän arvoa teollisen kunnossapidon ympäristössä. Big datan tuominen toiminnanohjausjärjestelmään mahdollistaa myös helpomman käytön tietotuotteissa. (Elragal 2014, s. 243.)

Tallennettaessa perinteiseen tietokantaan big data tyyppistä dataa voidaan hetkellisesti hyödyntää vapautetumpia ACID-sääntöjä (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability). ACID-säännöt ovat tietokantajärjestelmien periaatteita, joiden avulla turvataan tiedon eheys joka tilanteessa. Atomisuudella tarkoitetaan, että transaktio joko suoritetaan kokonaan tai ei ollenkaan. Eheydellä tarkoitetaan tietokannan tilan siirtymistä aina ehyestä tilasta ehyeen tilaan. Eristyneisyyden avulla transaktiot toimivat yksin eivätkä täten vaikuta toisiinsa. Pysyvyydellä tarkoitetaan, kun transaktio on suoritettu loppuun, muutokset eivät voi enää hävitä. Frank & Pedersen (2012) mukaan big datan tapauksessa voidaan hetkellisesti vapauttaa näitä sääntöjä, jotta tallentaminen pystytään suorittamaan järkevässä ajassa. Kuitenkin käyttäjän näkökulmasta ACID-käytännöt tulee aina täyttyä, jotta tieto päätöksenteon tukena on tarpeeksi luotettavaa. (Frank & Pedersen 2012.)

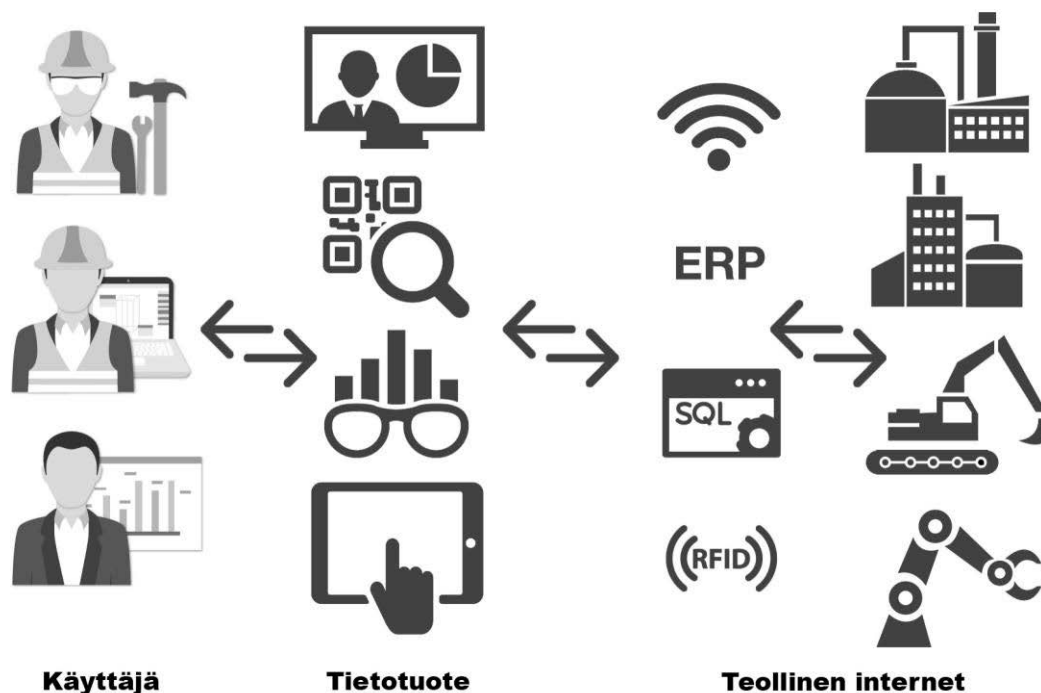
Edellä esitetyistä haasteista huolimatta teollisen internetin liiketoimintapotentiaali on merkittävä. Liiketoimintapotentiaalin ja asiakkaalle toimitettavan arvon voidaan nähdä jakautuvan kolmeen segmenttiin. Segmentit ovat 1. monitorointi ja ohjaus, 2. big data ja analysointi sekä 3. tiedon jakaminen ja yhteistyö. Kunnossapidon näkökulmasta onnistuessaan teollinen internet mahdollistaa vielä ennakoivamman ja tehokkaamman kunnossapidon. Huoltopalveluliiketoimintaa harjoittavat yritykset pystyvät myymään sensoreita asiakkailleen, joiden avulla mahdollistetaan etävalvonta ja jopa huollettavan laitteen kauko-ohjaaminen. Etävalvonnan avulla pystytään esimerkiksi vähentämään ylimääräisiä laitteiden huolto- tai tarkistuskäyntejä. Vähentyneet käynnit tuovat suoranaisia säästöjä asiakkaille, vaikka alkuinvestointi olisikin suurempi. Sensorit mahdollistavat myös esimerkiksi vuokratun tai leasing-rahoituksella ostetun laitteen hinnoittelun suoraan käytön mukaan. Asiakkaalle voidaan myös tarjota analysointia laitteiden käytöstä. Asiakkaiden hyväksyessä, voidaan tietoja myös verrata muihin asiakkaisiin ja tuottaa tietoa päätöksenteon tueksi. Myös mahdollisista vikatilanteista pystytään varoittamaan asiakasta reaaliaikaisen seurannan avulla. (Brizzi et al. 2013; Lee & Lee 2015.)

Yhteenvedona teollinen internet mahdollistaa tehokkaamman toiminnan esimerkiksi paremmalla ennakoivalla kunnossapidolla ja muutenkin proaktiivisemmalla toiminnalla. Hyödyistä voidaan nostaa esimerkiksi kerätty historiatieto, mikä mahdollistaa paremman jäljitettävyyden laitteen toiminta-ajalta. Teollisen internetin avulla kerätty tieto päätöksenteon tueksi on myös hyvin usein luotettavampaa, kuin ihmisten tekemät arviot. Teollinen internet sisältää monista hyödyistä huolimatta kuitenkin edelleen useita osa-alueita mitkä eivät ole vielä täysin valmiita. Esimerkiksi tietoturvallisuus etäohjattaessa laitosta asettaa omanlaisia haasteita. Myös työntekijöitä tulee kouluttaa, kun saatavilla olevan tiedon ja datan määrä kasvavat jatkuvasti. (Chen et al. 2012, s. 493.) Haasteet voidaan jakaa tiedon tallennukseen liittyviin ongelmiin, tiedon louhintaan liittyviin ongelmiin, yksityisyyteen liittyviin ongelmiin, tietoturvallisuuteen liittyviin ongelmiin ja teknologian ja standardien monimutkaisuuden mukana tuomiin ongelmiin. Suuret yritykset, jotka jo hyödyntävät teollista internetiä toiminnassaan, eivät halua paljastaa kilpailuetuaan muille. Tämän seurauksena teollisen internetin nykytila voi olla todellisuudessa kehittyneempi, mitä toteutetut tutkimukset antavat ymmärtää.

2.5 Tietotuotteet toiminnanohjauksessa ja teollisessa internetissä

Kunnossapidon tietotuotteet sisältävät sekä toiminnanohjausjärjestelmästä että teollisen internetin antureista tulevaa dataa yhdistettynä ennakoiviin päätöksentekomalleihin. Tietotuote kattaa alleen kaikki teollisen internetin käyttöliittymät ja apuvälineet, joita käyttäjät hyödyntävät työssään. Tietotuotteen avulla voidaan esimerkiksi ohjata jokapäiväisiä huoltotöitä tai esimerkiksi seurata kustannuksien tai liiketoimintatiedon raportointia. Tietotuotteen formaatti ja ulkoasu ovat hyvin vapaat. Tietotuote voidaan nähdä

olevan esimerkiksi taulukkolaskenta-ohjelmalla tehty raportti tai monimutkaisempi räätälöity työpöytä- ja porautumisnäkymät omaava raportti. Käsitteellä tarkoitetaan myös erilaisien analysointityökalujen sekä päätöksenteon tukena käytettävien tiedon louhinta-työkalujen tuottamia päätöskeskkuksia DSS (Decision Support System) sekä laitteissa olevia HMI-sovellutuksia. Kuvassa 5 havainnollistetaan tietotuotteen sijoittumista käyttäjän ja teollisen internetin välissä.



Kuva 5. Tietotuotteen havainnollistaminen teollisen internetin ja käyttäjän välillä

Kuvasta 5 huomataan, että tietotuote on yksinkertaisuudessaan reitti käyttäjän ja teollisen internetin laitteiden sekä järjestelmien välillä. Tietotuote voi olla muodoltaan miltei mitä tahansa ja se on aina räätälöity käyttäjän rooliin ja työnkuvaan nähden. Tietotuotteen on kerätty kaikista osa-alueista tärkeimmät tiedot juuri käyttäjän työn tehostamiseksi ja päätöksenteon tueksi. Esimerkiksi kenttähuollossa reittioptimoinnin rooli näyttelee merkittävää osaa toiminnan kannattavuudessa. Tietotuotteen avulla reitti pystytään suunnittelemaan huomioiden reitillä olevat ruuhkat, huoltotöiden kiireellisyys, tarvittavat luvat ja taidot, varaosien nouto, onko lähellä muita huoltotyöntekijöitä ja esimerkiksi ilmoittamaan automaattisesti asiakkaalle, koska huoltaja on tulossa.

Mazumdarin et al. (2011) mukaan usein yritysten päätöksentekoon liittyvät ongelmat eivät välttämättä johdu siitä, että tietoa ei olisi, vaan tieto on sirpaloitunut ympäri organisaatiota erilaisiin tiedostoformaateihin ja ympäristöihin. Kriittisen tietämyksen tunnistaminen, pelastaminen ja uudelleenkäyttö organisaation sirpaloituneesta tietoa ei ole välttämättä edes mahdollista eikä ainakaan kustannustehokasta. (Mazumdar et al. 2011, s. 51 - 52.) Pintelon & Van Puyvelde (1997) mukaan myös kunnossapitopäälliköllä on

usein pääsy suureen määrään dataa, joka tehostaisi hänen työtään. Data on kuitenkin useassa eri paikassa eikä dataa ole jäsennelty eikä ryhmitelty. Olemassa olevaan dataan ei myöskään pysty luottamaan, sillä osa ovat inhimillisiä arvioita ja jotkut arvot voivat olla muuten laskettu väärin. (Pintelon & Van Puyvelde 1997, s. 5.) Mittelstädt et al. (2015) mukaan, kun yrityksissä otetaan uusi toiminnanohjausjärjestelmä käyttöön, ei pystytä saavuttamaan asetettuja tavoitteita. Toiminnanohjausjärjestelmän monimutkaisuus ja valtava tietomäärä voivat yleensä jopa hidastaa työntekijöitä. (Mittelstädt et al. 2015, s. 449 -450.)

Tietotuotteen tulisi täten kerätä kaikesta yrityksessä olevasta datasta ryhmitelty ja jäsennelty näkymä, josta on todella hyötyä sen käyttäjälle. Bakhrankovan (2010) tekemässä tutkimuksessa huomattiin, että päätöksenteon tueksi suunnatun tietotuotteen suunnittelussa tulee ottaa huomioon prosessien ainutlaatuiset ominaisuudet. Vain räätälöimällä tietotuote käyttäjien ja prosessin tarpeeseen saadaan tietotuotteesta todellista hyötyä päätöksenteon tueksi. Bakhrankovan (2010) tutkimuksessa hyvin räätälöidyn tietotuotteen avulla saavutettiin säästöjä energiakustannuksissa sekä nostettiin tuotantokapasiteettia ja reaktiivisuutta. Tietotuotteen tulisi palvella sille annettua käyttötilannetta mahdollisimman tehokkaasti ja kaikki ylimääräinen ja turha tieto tulisi poistaa. (Bakhrankova 2010, s. 603 - 604.)

Lurie & Mason (2007) mukaan ihmisellä on ainutlaatuinen kyky tunnistaa malleja ja ryhmittymiä visualisoidussa datassa. Esimerkiksi 100 numeron taulukko ilman visualisointia verrattuna taulukkoon, jossa lukuarvon mukaan solun väri muuttuu vihreästä punaiseen, antaa lukijalle huomattavasti enemmän informaatiota samassa ajassa. Värien ja visualisointien käyttö voi olla kuitenkin haastavaa, sillä liian usean tekijän visualisointi samaan aikaan voi sekoittaa ja lopputulos on heikompi. (Lurie & Mason 2007, s. 161.)

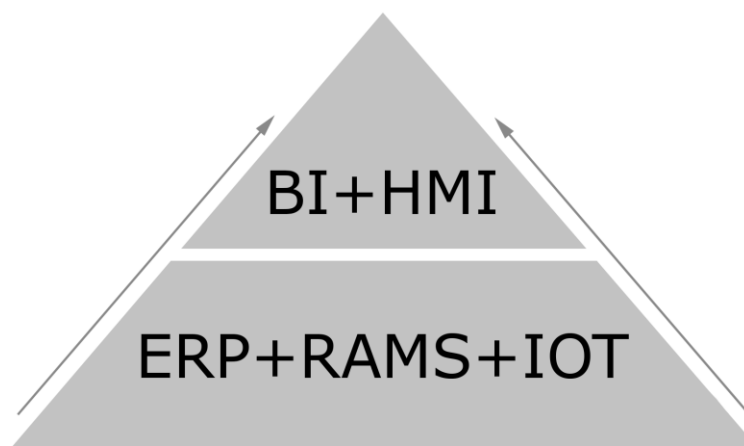
Tietotuotteen muodon kuvaaminen on haastavaa, sillä erilaisia tietotuotteita löytyy jokaiselta toimialalta ja yritykseltä. Tärkeintä tietotuotteen muodon ja formaatin valinnassa on, että se vastaa tarkoitusta ja palvelee parhaiten käyttäjiään. Tietotuote voi olla esimerkiksi selainpohjainen käyttöliittymä, mistä pääsee käsiksi kaikkeen tarvittavaan. Käyttöliittymä ja näytettävät tiedot määräytyvät käyttäjän roolin ja henkilökohtaisten räätälöintien perusteella. Myös käsillä oleva työtehtävä vaikuttaa näytettävään käyttöliittymään. Tietotuote voi olla myös oma sovelluksensa tai applikaatio mobiililaitteessa. Tietotuotteissa voidaan hyödyntää myös virtuaalista todellisuutta VR (Virtual reality) eli lisättyä todellisuutta. Virtuaalisen todellisuuden avulla esimerkiksi kunnossapitomiehen älylaseihin voidaan tuoda jatkuvasti tietoa, mikä auttaa huoltotehtävässä. Virtuaalisen todellisuuden käyttö on tällä hetkellä vielä testivaiheessa mutta testit ovat näyttäneet lupaavilta. Virtuaalisen todellisuuden avulla huoltomiehen näkökenttään tulee automaattisesti esimerkiksi seuraavan työvaiheen ohjeistus. Myös QR-koodin (Quick response) lisääminen laitteen yhteyteen nopeuttaa juuri kyseisen laitteen tietojen tai tietotuotteen avaamista. Kun mobiililaitteella tai tabletilla lukee QR-koodin teollista inter-

netiä hyödyntävästä laitteesta, voi näytölle tulla heti muun muassa laitteen huoltohistoria ja viimeisen huollon jälkeisestä käytöstä raportti sensoridataan perustuen. Kone voi osata myös itse diagnosoida itseään ja lähettää huoltotilauksen, jos tietyt raja-arvot joissakin komponenteissa ylittyvät. (Coetzee & Eksteen 2011, s. 4.)

Teollisen internetin avulla pystyttäisiin teoriassa jo nyt etäohjaamaan laitteita tietotuotteiden välityksellä jopa matkapuhelimesta. Eräät turvallisuusohjeet kuitenkin kieltävät robottien ohjaamisen kaupallisilla laitteilla turvallisuussyistä. Jotta teollisesta internetistä voitaisiin saada täysi hyöty, tulee lainsäädännön ja turvallisuusohjeistuksien myös päivittyä teollisen internetin aikaan. (Brizzi et al. 2013, s. 4.) Tietotuotteisiin käytettävä aika ja resurssit jäävät usein liian pieneksi, sillä niiden toteutus sijoittuu usein toimitusprojektin loppupuolelle. Tietotuotteiden räätälöinti voidaan joskus myös jättää osittain asiakkaan suoritettavaksi tai esimerkiksi jatkokehityshankkeeksi toimitusprojektin jälkeen. Jotta teollisesta internetistä ja kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmistä saataisiin suurin mahdollinen hyöty käyttäjille, tulisi tietotuotteiden suunnitteluun ja toteutukseen käyttää enemmän aikaa ja resursseja sekä osallistuttaa käyttäjät tiiviimmin suunnitteluprosessiin heti projektin alkuvaiheessa. (Markeset & Kumar 2003, s. 379; Kumar et al. 2013.)

3. TIETOTUOTTEIDEN LIKETOIMINNALLINEN HYÖTY

Tässä luvussa käsitellään tietotuotteiden taustalla olevia käsitteitä kuten liiketoimintatiedon hallinta, aineeton pääoma sekä datan ja tiedon laatu. Näiden avulla pyritään esittämään mistä kunnossapidon tietotuotteet koostuvat ja minkälaisia hyötyjä tietotuotteiden avulla voidaan saavuttaa. Tietotuotteiden rooli ja niiden tarve ovat lisääntyneet yhä kiristyvien tavoitteiden ja ennusteiden seurauksena (Watson & Wixom 2007, s. 96). Loppukäyttäjälle näkyvä tieto tietotuotteessa koostuu useista eri tietovirroista, jotka tulevat eri tietolähteistä. Kuvassa 6 havainnollistetaan tutkimuksen kannalta tärkeimpiä tietovirtoja tietolähteiden (ERP+RAMS+IOT) ja tietotuotteen (BI+HMI) välillä.



Kuva 6. Tietovirta tietolähteiden ja tietotuotteiden välillä

Kuvassa 6 tietolähteet, jotka luovat tietovirtoja ovat ERP eli kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä, RAMS eli erilaiset mittarit kuten käyttövarmuuden tai tehokkuuden mittaamisessa käytettävät tunnusluvut sekä IOT eli esineiden internet tai teollinen internet. Kuvassa teollinen internet sisältää myös koneoppimisen sekä louhinta- ja analyysityökalujen avulla tuotetun tiedon päätöksenteon tueksi. Tietotuotteita kuvataan termeillä BI ja HMI. Syynä erottelussa kahteen ryhmään, tulee eroavaisuuksista käyttäjäkunnassa. BI-tietotuotteet (Business intelligence) eli liiketoimintatiedon hallinnan tietotuotteet ovat ensisijaisesti suunnattu enemmän johto- ja esimiestason rooleihin ja käyttötarkoituksiin. HMI-tietotuotteet taas ovat suunnattu enemmän jokapäiväiseen kunnossapitotyöhön ja arjen vaatimuksiin. Sekä BI- että HMI-tietotuotteisiin tulevat tietovirrat tulevat kuitenkin samoista lähteistä.

3.1 Liiketoimintatiedon hallinta teollisuusympäristössä

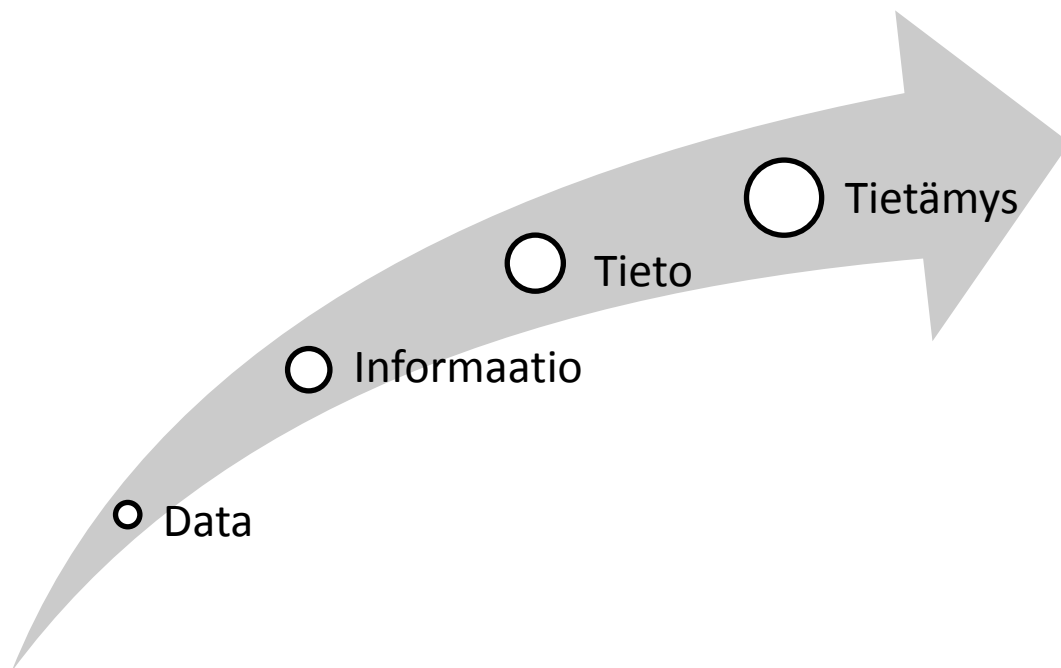
BI (Business Intelligence) eli liiketoimintatiedon hallinta on toimintaa, jossa kerätään omaan liiketoimintaan ja liiketoimintaympäristöön liittyvää tietoa, tulkitaan ja analysoidaan kerättyä tietoa sekä arvioidaan tiedon merkitystä ja käytetään analysoitua tietoa päätöksenteon tukena. Liiketoimintatiedon hallinnan avulla voidaan saavuttaa operatiivisen päätöksenteon, liiketoiminnan suunnittelun ja strategiatyön kehitys ja tehostuminen. (Hannula et al. 2002, s. 76) Liiketoimintatiedon hallinnan tavoitteena on myös tunnistaa mahdollisuuksia sekä uhkia, välttää yllätyksiä ja kaiken kaikkiaan kehittää yrityksen suorituskyykyä. Keskeisimpänä liiketoimintatiedon hallinnan onnistumisessa on tuoda oikea tieto oikeaan aikaan oikealla tavalla oikeaan paikkaan. (Thierauf 2001; Watson & Wixom 2007.)

Liiketoimintatiedon hallinnan järjestelmien avulla voidaan luoda vertailuja sekä analysoida trendejä ja malleja liiketoiminnan eri osa-alueilla hyödyntäen historiadataa nykytilanteen ohella. Olemassa olevat liiketoimintatiedon hallinnan järjestelmät keskittyvät usein liialti yrityksen sisäisesti luotuun dataan. Tämän seurauksena kilpailijoiden ja markkinoiden toiminta ei välttämättä heijastu riittävästi järjestelmän analyysiin. Sisäiseen dataan keskittyvät järjestelmät mahdollistavat passiivisen tai korkeintaan reaktiivisen toiminnan yrityksessä. (Thierauf 2001.) Teollisen internetin ympäristössä ajautaan helposti samaan ongelmaan. Ellei anturidataa käytetä muuhun kuin vikojen korjaamiseen, ei pystytä saavuttamaan proaktiivista toimintamallia. (Espindola et al. 2013, s. 379.) Proaktiivinen toiminta ja kunnossapito vaativat ulkoista dataa, ennustemalleja sekä jatkuvaa seurantaa ja kehitystä yrityksen laitekannan ja kunnossapidon hallintaan. Proaktiivisen toiminnan avulla teollisen internetin aiheuttamat kustannukset pystytään realisoimaan hyödyksi yritykselle. (Watson & Wixom 2007, s. 96; Lee & Lee 2015.)

Jotta liiketoimintatiedon hallinnan avulla voidaan saavuttaa proaktiivisempi toiminta, tulee tietotarpeiden olla hyvin yrityksen tiedossa. Kun tiedetään mitä tietoa tarvitaan toiminnan kehittämiseen, voidaan kehittää menetelmiä ja prosesseja itse tiedonkeruuseen. Tiedonkeruuprosessissa tulee ottaa huomioon myös esimerkiksi, mikä kustannus tarvittavasta tiedosta aiheutuu ja mitkä ovat riittävä tarkkuus ja frekvenssi tiedonkeruuseen. (Espindola et al. 2013, s. 378.) Liiketoimintatiedon hallinnan järjestelmissä oleva data tuodaan usein ETL-prosessin (Extract, transform and load) avulla, jossa tietoa kerätään määrättyistä lähteistä, muokataan ja siirretään lopulta tietovarastoon. Teollisen internetin toimintaympäristössä myös ETL-prosessille asetetut haasteet lisääntyvät. Yhä reaaliaikaisempi tarve ja samalla moninkertaistuva tiedon määrä luovat uudenlaisia ongelmia liiketoimintatiedon hallinnalle. (Watson & Wixom 2007, s. 96 - 98.) Watson & Wixom (2007) mukaan liiketoimintatiedon hallinnan järjestelmältä vaaditaan yhä enemmän mobiilia, selainpohjaisuutta sekä reaaliaikaisuutta. Myös käyttäjien itsepalveluperiaatteella toimivat ad-hoc-raportit ovat yleistyneet. Myös erilaiset dashboardit datan tarkasteluun ja porautumiseen ovat vaatimuslistalla. (Watson & Wixom 2007, s. 99.)

3.2 Tietotuotteen tiedon laadun vaikutus

Kunnossapidon tietotuotteen sisältämän tiedon informaatioarvon vaikutus kunnossapitotyössä on merkittävä. Miljoonien eurojen arvoisen laitteen mahdollisimman kattavan huoltohistorian tunteminen on välttämätöntä. Tieto voidaan kuvan 7 mukaan jakaa eri tasoihin sen jalostuneisuuden mukaan.



Kuva 7. Tietotuotteen tietotasot (mukaillen Ståhle & Grönroos 1999, s. 49)

Kuvassa 7 ensimmäinen taso kuvaa yksittäisiä numeroita ja merkkijonoja eli dataa. Data on kvantitatiivista erillistä tietoa, millä ei ole kovin suurta informaatioarvoa. Dataksi luetaan sensorin lähettämä datasiignaali. Informaatio taas on yhdisteltyä dataa, jossa dataa on yhdistetty merkitykselliseksi kokonaisuuksiksi. Usein perinteisten raporttien sisältö on informaatiota. Kolmannen tason tieto sisältää useammasta lähteestä integroitua informaatiota, mitkä yhdessä muodostavat tietoa. Yleisimpien tietotuotteiden sisältö nähdään olevan kolmannella tasolla eli ne sisältävät tietoa. Neljännen ja korkeimman tason eli tietämyksen saavuttamiseen vaaditaan syvällisempää analyysia. Saavutettaessa neljättä tasoa saavutetaan kvalitatiivisempaa ja integroitua tietoa. Laadukkaimmissa myös päätöksenteon tukena käytettävissä tietotuotteissa voidaan nähdä olevan tietämystä. (Ståhle & Grönroos 1999, s. 49.) Mitä korkeamman tason tietoa kunnossapidon työntekijälle voidaan tarjota päätöksenteon ja työnteon tueksi, sitä todennäköisemmin päätökset ovat parempia ja työnteko tehokkaampaa.

Toinen tärkeä tekijä tietotuotteen sisällössä on tiedon laatu. Esimerkiksi matkustajalentokoneen huoltohistoriasta oleva tieto on oltava virheetöntä, jotta kunnossapito voidaan suorittaa ohjeiden mukaisesti taaten matkustajien turvallisuuden. Tiedon laatuun vaikuttavat monet tekijät mutta laatua voidaan tarkastella esimerkiksi validiteetin, reliabilitee-

tin ja relevanssin avulla. Tiedon validiteetilla tarkoitetaan tiedon oikeellisuutta. Teollisen internetin tietotuotteen tapauksessa validiteetilla voidaan tarkoittaa esimerkiksi jonkin tunnusluvun taustalla olevaa laskentakaavaa tai menetelmää tiedon keräämisessä. Jos tietoa kerätään väärällä menetelmällä tai laskentakaavassa on virhe, on myös tietotuotteessa näkyvä arvo virheellinen. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tiedon luotettavuutta eli tietotuotteen tapauksessa esimerkiksi tietojärjestelmävirheen todennäköisyyttä muuttaa tietoa. (Bowman & Cline 2015.) Kun tietotuotteesta saatavaa tietoa käytetään päätöksenteon tukena, on luotettavuus erittäin tärkeässä roolissa. Tämän seurauksena luotettavuutta voidaan teollisen internetin ympäristössä myös jatkuvasti siivota ja monitoroida erilaisten automaattisten työkalujen avulla. (Kos et al. 2012.) Nykyään kuitenkin yhä tärkeämpään rooliin tietomäärien räjähtäessä on noussut relevanssi. Relevanssilla tarkoitetaan tiedon ajankohtaisuutta, arvoa, tärkeyttä ja merkityksellisyyttä käyttäjälle. Tietotuotteessa epärelevantti tieto vie huomiota relevantilta tiedolta. On olemassa myös tapauksia, joissa relevanttia tietoa ei ole juuri ollenkaan. Relevantin tiedon kokoamiseen tulee käyttötarkoitus ja tiedon käyttäjä ymmärtää kattavasti. (DeLone & McLean 1992, s. 64.)

Pohtiessa tiedon laatua ja informaatioarvoa teollisen internetin ympäristössä on tärkeää aloittaa asiakkaan eli käyttäjän tarpeesta. Tunnistamalla käyttäjän todelliset tarpeet, on tietotuotteisiin kerättävän tiedon ja datan hallinta huomattavasti helpompaa. Tietomäärien lisääntyessä ja tietoketjun digitalisoituessa epärelevantin tiedon ja virheiden kertautuminen ovat ongelmia. Jos tietotuotteen tietosisältöön ei voida luottaa, ei tietotuote tuo mitään arvoa käyttäjälleen. Näiden seurauksena tietotuotteen tiedon sisällön validiteetin, reliabiliteetin ja relevanssin vaikutuksia ei voida aliarvioida. (DeLone & McLean 1992.)

3.3 Aineeton pääoma kunnossapitotyössä

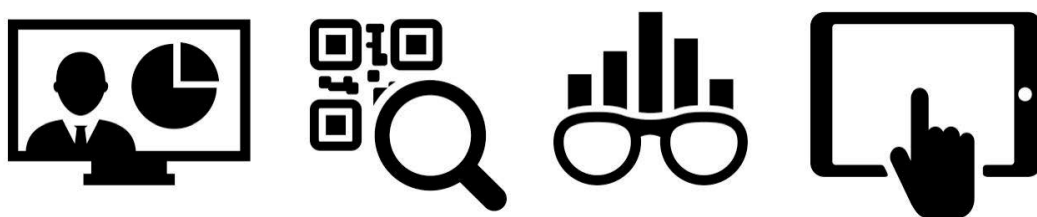
Yrityksen markkina-arvo voidaan nähdä koostuvan taloudellisesta pääomasta ja aineettomasta pääomasta IC (Intellectual capital). Aineettomalla pääomalla voidaan tarkoittaa yrityksen älyllistä omaisuutta, kuten tietoa, informaatiota, kokemusta, yrityksen teknologioita, asiakassuhteita, mainetta, patenteja sekä ammattitaitoa. Aineeton pääoma näyttelee merkittävää roolia yrityksen kilpailuaseman mahdollistamisessa ja sen mittaaminen ja kuvaileminen on haastavaa. (Edvinsson & Malone 1997, s. 44; Nordika 2001, s. 11.) Kunnossapitotyössä aineettomalla pääomalla tarkoitetaan esimerkiksi kunnossapitopäällikön hiljaista tietämystä tehtaan tai laitoksen toiminnasta, työntekijöiden osaamistaidoista ja vahvuusalueista sekä esimerkiksi huoltopalveluyhtiöiden tapauksissa asiakkaiden toiveista ja toimintatavoista. Oli kyseessä oman laitoksen kunnossapito tai huoltopalvelua myyvä yritys, on aineeton pääoma ja sen hallinta merkittävässä roolissa kunnossapidon onnistuneessa ohjauksessa. (Nordika 2001, s. 17.)

Aineettoman pääoman ohjaus ja raportointi kohdistuvat organisaation omiin tarpeisiin, sillä sen avulla voidaan kehittää yrityksen tehokkuutta ja työntekijöiden osaamista. Aineettoman pääoman ohjauksessa ja raportoinnissa johto ohjaa yrityksen käytössä olevia

resursseja yrityksen sisäisille ja ulkoisille käyttäjille ja yhteistyökumppaneille. (Nordika 2001, s. 53.) Kunnossapitotyössä aineettoman pääoman ohjauksella mahdollistettaisiin hiljaisen tietämyksen ja toimiviksi todettujen toimenpiteiden yhteen keräämisen ja sen jakamisen yrityksen sisäisesti ja ulkoisesti. Tietämyksen jakaminen, taltiointi ja levittäminen ovat ihmisluonteelle usein vaikeita toteuttaa. Oman tietämyksen jakaminen muille vähentää omaa korvaamattomuutta kyseisessä työtehtävässä. Yrityksen kannalta on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, ettei osaaminen siiloudu ja kaikkia osaamisresursseja hyödynnetään tehokkaasti kehittäen arvoa luovaa aineetonta pääomaa. (Nordika 2001, s. 72) Tämän seurauksena myös aineettoman pääoman kehitystä tulee seurata mittarien avulla ja viestiä työntekijöille aineettoman pääoman tärkeyttä. Mitä enemmän työntekijä ymmärtää aineettomasta pääomasta sitä todennäköisemmin hän osallistuu työstämään aineetonta pääomaa ja sitä tehokkaammin yrityksessä saadaan muutos parempaan suuntaan liikkeelle. Kun työntekijä tuntee mitkä asiat ovat tärkeitä ja mikä on hänen paikkansa yrityksessä, sitä varmemmin hän löytää keinot, joilla vahvistaa yrityksen suoriutskykyä. (Nordika 2001, s. 74 - 75.) Kunnossapitotyön kontekstissa muun muassa osaamisen jakaminen ja kehittäminen, laitostiedon taltiointi ja prosessien mallintamisen avulla pystytään kehittämään yrityksen kunnossapitoa ja aineettoman pääoman hallintaa.

3.4 Tietotuotteen tyyppi

Kuten aiemmin mainittiin, tietotuote on yksinkertaisuudessaan reitti käyttäjän ja teollisen internetin laitteiden sekä järjestelmien välillä. Tietotuotteen muoto ja sisältö on aina räätälöity käyttäjän roolin ja työnkuvan mukaisesti. Tietotuotteeseen on kerätty kaikista osa-alueista tärkeimmät tiedot juuri käyttäjän työn tehostamiseksi ja päätöksenteon tueksi. Tietotuotteen tyyppisiä on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Tietotuotteen tyyppi

Kuvassa 8 on esitetty raportointityökalu tai työpöytänäkymä, QR-koodi, älylasien avulla toimiva lisätty todellisuus sekä tabletti, joka voi toimia myös HMI-sovellutuksena. Näihin yleisimpiin tietotuotteen tyyppisiin syvennytään seuraavissa alaluvuissa.

3.4.1 Raportointityökalu

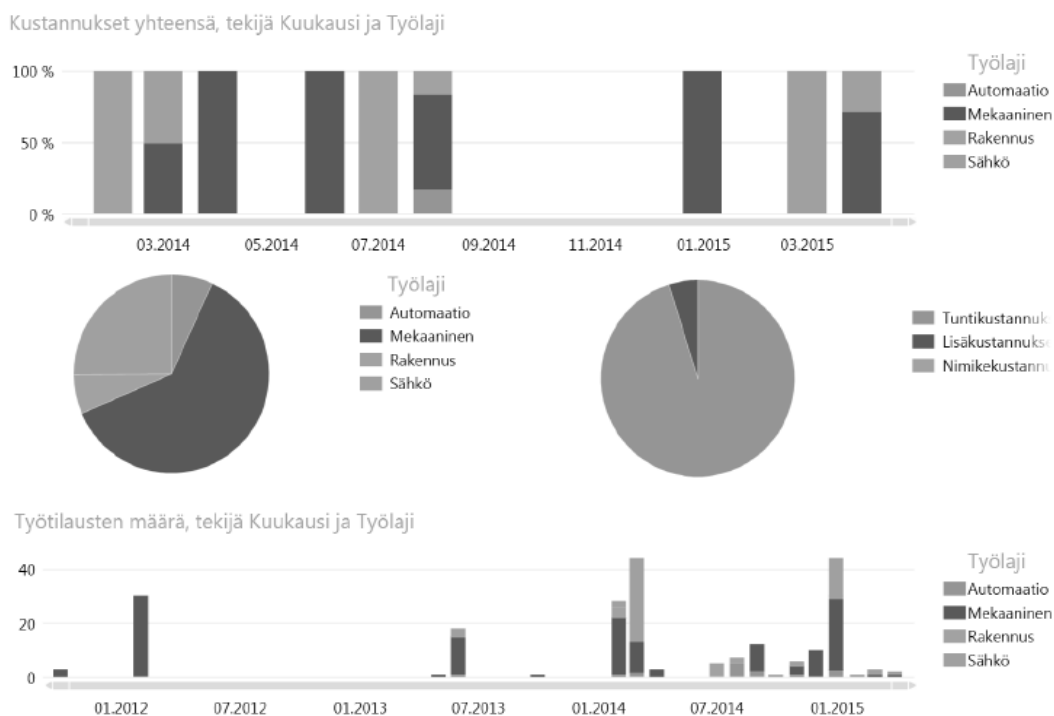
Yleisimmin tunnetuimpana tietotuotteina pidetään järjestelmiin sisällytettyjä sekä omia erillisiä räätälöityjä raportointityökaluja. Toiminnanohjausjärjestelmissä tulee usein mukana tai lisämaksusta oma raportointityökalu, jonka avulla pystytään luomaan yksinkertaisia raportteja tai ennalta luotuja analyysseja toiminnanohjausjärjestelmässä olevasta datasta. Raportointityökalujen laajuus ja muokattavuus vaihtelevat ja usein raportointiominaisuudet eivät tue monidimensionaalista tarkastelua. Erillisten raportointiohjelmien avulla dataa pystytään keräämään kaikista tarvittavista järjestelmistä ja luomaan jalostetumpia raportteja ja räätälöityjä analyysseja. Erilliset raportointiohjelmat ovat myös usein helpokäyttöisempiä ja käyttökokemukseltaan parempia ja visuaalisempia.

Raportointityökalun lisäksi on olemassa päätöksenteon tueksi suunniteltuja DSS-järjestelmiä. Päätöksenteon tukena käytettävän järjestelmän tehtävänä on analysoida annettuja vaihtoehtoja kerätyn datan perusteella ja tukea päätöksentekijää tiedolla. (Whyte 1986, s. 28.) Teollisen internetin raportointityökalut keräävät pääsääntöisesti tietoa vain teollisen internetin laitteista ja esimerkiksi yhdistettävyyys toiminnanohjausjärjestelmiin on hyvin heikkoa (Bakhrankova 2010, s. 603).

3.4.2 Dashboard

Raporttien visualisointi ja erilaiset dashboardit ovat lisääntyneet räjähdysmäisesti. Dashboardilla tarkoitetaan työpöytänäkymää, johon on koottu käyttäjän kannalta tärkeimmät tiedot yhteen näkymään käyttäen erilaisia visualisointeja kuten graafeja, palkkikaavioita, karttoja ja mittareita. Työpöytänäkymiä voi olla useita per henkilö, jos henkilö esimerkiksi monitoroi useampaa erillistä kokonaisuutta, joiden mahdollistaminen samalle näytölle ei olisi järkevää.

Kuvassa 9 esitetään kunnossapitopäällikön dashboard.



Kuva 9. Kunnossapitopäällikön dashboard

Kunnossapitotyöntekijän dashboardissa näkyy esimerkiksi seuraavana työjonossa olevat työt, yrityksen tai osaston KPI-mittaristo, kartta johon työt ovat sijoitettu. Kuvassa 9 esitetyssä dashboardissa esitetään töiden määrää ja kustannuksia työlajeittain. Dashboardissa tarkastellaan myös kustannuksien jakautumista tunti-, nimike- ja lisäkustannuksiin. Valitsemalla esimerkiksi *automaatio* dashboardista, kaikki dashboardin osat mukautuvat ja korostavat automaation osuuden. Dashboard muuttuu riippuen päätelaitteesta eli onko työntekijä työpisteellään laitoksella isomman näytön ääressä vai mobiililaitteella kentällä. Mobiililaitteen dashboardilla tulee olla vain tärkeimmät tiedot, joita työntekijä kentällä tarvitsee. Ylemmän tason työntekijällä dashboard sisältäisi enemmän taloudellisia lukuja ja porautumisenäkymiä. Porautumisenäkymissä painamalla jotakin lukuarvoa tai aluetta raportti porautuu syvemmälle valittuun alueeseen tai lukuarvoon. Dashboardeille tyypillistä on roolitus ja personointi. Eri rooleille kuten edellä mainituille kunnossapitotyöntekijälle ja johtajalle, on luotu valmiit dashboard-pohjat malliksi, miltä työpöytä voisi näyttää. Yleensä työntekijöillä on kuitenkin hieman eriävät tarpeet, ja dashboardia tarvitsee muokata eli personoida. Dashboardin osia voidaan kutsua esimerkiksi widgeteiksi. Widgettien sijaintia ja kokoa sekä sisältöä voidaan muokata käyttäjän tahdon mukaan. Valmiiden dashboardien, widgettien ja tietolähteiden käyttämiseksi vaaditaan aina tietyn tasoiset käyttöoikeudet. Tällä turvataan työntekijöiden yksityisyyttä ja toisaalta vähennetään käyttäjälle kuulumattomien näkymien katselua työajalla. Widgettien muokkaamisen ja räätälöinnin siirtäminen loppukäyttäjälle ei kuitenkaan aina onnistu eriävien käyttötaitojen seurauksena. Dashboardien muokattavuuden taso tulee pohtia organisaatioittain. (Derntl et al. 2012.)

3.4.3 Human-Machine-Interface

HMI:llä (Human-Machine-Interface) tarkoitetaan esimerkiksi jonkin tuotantolaitteen yhteydessä olevaa päätelaitetta, jonka avulla voidaan tarkastella kyseisen laitteen senhetkistä tilaa sekä töitä. HMI voi olla laitteen yhteydessä oleva pääte, mutta nykyään esimerkiksi tabletilla tai muulla mobiililaitteella voidaan päästä samaan tietoon käsiksi. Oikeaan tietoon päästään lukemalla esimerkiksi viivakoodi, QR-koodi tai NFC-tagin (Near field communication). Lukemalla jokin edellä mainituista koodeista mobiililaitteella avaa juuri kyseiseen laitteeseen liittyvät tiedot. (Coetzee & Eksteen 2011, s. 2.) Mobiililaitteen avulla säästetään kustannuksissa, sillä jokaisen laitteen yhteyteen ei tarvita omaa päätelaitetta. Työntekijän mukana kulkevilla laitteilla on usein myös parempi näyttö ja käytettävyyttä, mikä parantaa luettavuutta ja täten nopeuttaa ja tehostaa prosessia. (Du et al. 2013.) Kuitenkin HMI-sovellutuksissa työolosuhteet määrittävät millainen laite sopii tehtävään parhaiten. Esimerkiksi erittäin likaisissa tai muuten vaativissa olosuhteissa mobiililaitteiden tai perinteisten tietokoneiden käyttö ei ole mahdollista joka tarkoittaa usein tarvetta räätälöidylle ratkaisulle (Dix 1994, s. 11).

3.4.4 Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen

Lisätyssä ja virtuaalisessa todellisuudessa VR (Virtual reality) käyttäjän todellisuuteen yhdistetään virtuaalisia komponentteja esimerkiksi älylasien avulla. Posada et al. (2015, s. 4) mukaan lisätty todellisuus voidaan nähdä yhtenä tietotuotteena. Espindola et al. (2013, s. 376 - 379) mukaan älylasien virtuaalisilla komponenteilla voidaan ohjata huoltotehtäviä, kuten varaosien vaihtoon liittyviä osatehtäviä tai esimerkiksi ohjattua virheenetsintää. Lisätyssä todellisuudessa esiintyvät tiedot kerätään useista eri järjestelmistä. Teollisen internetin ympäristössä lisättyyn todellisuuteen saadaan esimerkiksi reaaliaikaista anturidataa huollettavasta laitteesta ja kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmästä. Lisätyn todellisuuden avulla esitetty data voi olla staattista ja kvalitatiivista tekstiä, graafeja, 3D-malleja sekä esimerkiksi äänimerkkejä ja -ohjeita. (Espindola et al. 2013, s. 376 - 379.) Lisätyn todellisuuden avulla pystytään tuottamaan arvoa lisääviä palveluita. Lisätyn todellisuuden avulla vaativien huoltotehtävien onnistuvuus nousee ja varmuus työn oikeellisesta suorittamisesta kasvaa. (Posada et al. 2015 s. 3.) Lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää myös tuotannon ja huoltotyön koulutustilaisuuksissa. Vaikeiden tai vaarallisten huoltotöiden harjoittelu etukäteen lisätyn todellisuuden avulla voi lyhentää huoltoon kulunutta aikaa. Erittäin tärkeiden ja arvokkaiden laitteiden seisokkien pituuden lyhentäminen tämän tyyppisellä koulutuksella voi olla kannattavaa yrityksille. (De Sa & Zachmann 1999, s. 22 - 23.) Lisätty todellisuus on vielä osittain kehitysvaiheessa ja ongelmat, kuten älylasien kestävyys, akkukesto, hinta ja käytettävyyttä kunnossapitotyössä, hidastavat laajempaa käyttöönottoa alalla. Mobiililaitteiden käyttö lisätyssä todellisuudessa on vahvistanut lisätyn todellisuuden asemaa mutta käytettävyyttä ja akkukesto hidastavat leviämistä (Espindola et al. 2013, s. 388 - 389.)

3.5 Tietotuotteen käytettävyys ja käyttökokemus

Tietotuotteen käytettävyys voidaan määritellä useammastakin näkökulmasta. Rasila et al. (2010) mukaan kuitenkin yleisesti hyväksytyn ISO 9241-11-standardin mukaan käytettävyys määritellään olevan käytön vaikuttavuus, tehokkuus ja tyytyväisyys, valituilla käyttäjillä, valittujen tehtävien suorittamisessa ja valitussa ympäristössä. Käytettävyydessä tärkeää on pystyä suorittamaan annettu tehtävä mahdollisimman nopeasti, tarkasti ja käyttäjäystävällisesti. (Rasila et al. 2010, s. 141 - 145.) Käytettävyydellä ja käyttökokemuksella on suuri merkitys käyttäjän työn tehokkuudessa ja esimerkiksi kerätyn datan laadussa. Tietotuotteessa oleva data tulee olla oikeaa ja ajantasaista. Tietotuotteen vastaajat ovat myös tärkeitä, sillä käyttäjät ovat yhä vähemmän kärsivällisiä. Tämä asettaa omanlaisensa haasteet mobiiliympäristössä. (Shin 2012.) Rasila et al. (2010) esittää kuinka tärkeää käytettävyyttä ja käyttökokemusta suunnitellessa on huomioida sekä käyttäjä että työympäristö ja konteksti. *Käyttäjät* eroavat fyysisesti, kyvyiltään, tietotaidoiltaan sekä esimerkiksi kulttuuritaustoiltaan, mitkä jokainen vaikuttavat koettuun käytettävyyteen. *Työympäristö* määrittää millainen fyysinen laite tai käyttöliittymä tulee olla, jotta käytettävyys ja käyttökokemus saadaan asetetulle tasolle. *Kontekstilla* tarkoitetaan käyttäjäryhmien erilaisia tavoitteita käytössä olevalle järjestelmälle. Eri käyttäjäryhmät tekevät erilaisia prosesseja ja tehtäviä, mikä tulee huomioida tietotuotteen suunnittelussa. (Rasila et al. 2010, s. 144 - 145.)

Kunnossapidossa käytettävyyden puute esiintyy Tretten & Karim (2014, s. 295 - 296) mukaan esimerkiksi liiallisissa käyttäjän antamissa syötteissä ja painalluksissa, vaikeakäyttöisissä käyttöliittymissä sekä liian vaativissa ja puutteellisissa prosesseissa soveluksissa. Edellä mainittujen seurauksena käyttäjät kokevat järjestelmän liian kompleksiseksi, eivätkä hyödynnä sitä riittävällä tasolla työssään. Riittäviä koulutuksia ja käyttäjien palautteita ei usein myöskään huomioida. Monet kunnossapidon järjestelmät ovat myös visuaalisesti ja käyttökokemukseltaan jäljessä muita järjestelmiä, mikä osaltaan vähentää ja vaikeuttaa niiden käyttöä. (Tretten & Karim 2014.) Hyvä käytettävyys ja järjestelmän tai tietotuotteen käyttöasteen nostaminen saadaan useimmiten käyttäjien osallistumisella tietotuotteen suunnitteluun alusta lähtien (DeLone & McLean 1992).

3.6 Tietotuotteiden hyödyntäminen työssä

Tietotuotteiden hyödyntämisessä kunnossapitotyössä tärkeintä on, että tietotuotteen avulla saavutetaan tehokkaampi toiminta, parempia päätöksiä tai muuta lisäarvoa toiminnalle. Esimerkiksi tietotuotteen saatavuus tulee olla aina välitöntä ja helppoa, jotta tietotuotteen tietoa todella käytetään apuna päätöksenteossa. Mahdollisimman relevantin tiedon avulla päätökset perustuvat nykytilaan ja täten ne todennäköisesti ovat parempia. Myös mahdollisen lisätiedon hakeminen tulee olla mahdollisimman yksinkertaista ja helppoa. (Mazumdar et al. 2011, s. 57.)

Taustajärjestelmien, teollisen internetin laitteiden ja organisaation dokumenttien yhdistämisellä pyritään organisaatiossa olevan tiedon tunnistamiseen, keräämiseen, tallentamiseen ja jakamiseen koko organisaatiossa. Tietotuotteiden avulla toistuvat laskelmat ja Excelit voidaan korvata pilveen tallennetuilla automaattisesti päivittyvillä laskennoilla. Ajantasaisilla tietotuotteilla ja automaattisilla hälytyksillä ja työnkuluilla mahdollistetaan proaktiivisempi toiminta. (Espindola et al. 2013.)

Tietotuotteiden ja teollisen internetin hyödyntämisessä tärkeintä on selvittää, mitä tietoa toiminnassa tarvittaisiin eniten ja panostaa juuri niihin osa-alueisiin. Keräämällä suunnittelemattomasti kaikkea mahdollista tietoa voi todellisten hyötyjen saavuttaminen olla mahdotonta ja erittäin kallista. Teollisen internetin ympäristössä tulee karsia tarpeettomat mittauskohteet pois ja keskittyä olennaisiin, joista saavutetaan hyötyä. (Bogue 2014.)

4. TEOREETTINEN TIETOTUOTEKONSEPTI

Tässä luvussa luodaan kirjallisuuskatsauksen avulla kerätystä tiedosta ja teoriasta konsepti, millainen tietotuotteen tulisi olla tutkimuksen rajauksen kaltaisessa teollisen internetin ympäristössä. Teoreettinen tietotuotekonsepti on jaettu neljään eri alueeseen, jotka ovat tietotuotteen sisältö ja muoto, tietotuotteen suunnittelu ja toteutus, tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin sekä tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon.

4.1 Tietotuotteen sisältö ja muoto

Tietotuotteen sisältö ja muoto on jaettu kolmeen osa-alueeseen. Osa-alueet ovat tietotuotteen tietosisältö, esitystapa ja käytettävyys. Jakamalla tietotuotteen sisältö ja muoto näihin osa-alueisiin pystytään kohdistamaan kirjallisuuden huomiot kattavammin ja tarkemmin tietotuotteessa.

4.1.1 Tietosisältö

Taulukkoon 2 on kerätty tietotuotteen tietosisällön tärkeimmät ominaisuudet ja kirjallisuus, jossa ominaisuus on havaittu.

Taulukko 2. Tietosisällön ominaisuudet kirjallisuuden mukaan

Tietotuotteen tietosisällön ominaisuus	Kirjallisuus
Tieto on tarpeellista ja omaa suuren informaatioarvon käyttäjälle	Delone & McLean 1992
Tieto räätälöidään käyttäjän ja roolin mukaan	Kumar et al. 2013
Tietomäärän rajoittaminen ja porautuminen poikkeustilanteissa	Chang et al. 2013
Tiedon luotettavuus	Bowman & Cline 2015
Tiedon reaaliaikaisuus ja ajankohtaisuus	Parida & Kumar 2006
Tiedon saatavuus	Mazumdar et al. 2011
Riittävän jalostettu tieto	Lee & Lee 2015
Tiedon jaottelu yleisien mittaristojen avulla	Saraswat & Yadava 2008

DeLone & McLean (1992) mukaan tietotuotteen tietosisältö tulisi lähtökohtaisesti olla sellaista, jolla on mahdollisimman suuri informaatioarvo ja se on tarpeellista tietotuotteen käyttäjälle. Rajan löytäminen, jolloin tietoa on liikaa ja se ei enää tuo lisäarvoa, vaihtelee käyttäjien ja yritysten välillä. (DeLone & McLean 1992.) Bowman & Cline (2015) korostavat tietosisällön tiedon laadun merkittävyyttä. Tietotuotteen tiedon tulee olla aina mahdollisimman laadukasta eli oikeellista, luotettavaa ja ajankohtaista käyttä-

jälle. Tiedon perusteella voidaan tehdä merkittäviäkin päätöksiä, täten virheiden seuraukset voivat olla mittavia. (Bowman & Cline 2015.)

Kumar et al. (2013) mukaan tietotuotteen sisältö on hyvin erilainen johtajan ja operatiivisen työntekijän välillä. Johtajan tietotuotteessa keskitytään laajempaan kokonaisuuteen ja enemmän taloudelliseen näkökulmaan sekä pidemmän aikavälin seuraamiseen. Johtaja tekee myös merkittävämpiä päätöksiä tietoon perustuen. Operatiivisella tasolla tietotuotteen sisältö koostuu enemmän operatiivisten töiden ohjauksesta ja työnteossa tarpeellisen tiedon etsimisestä. Tietoon nojautuvat päätökset liittyvät esimerkiksi suoritettavan huollon kattavuuden määrittelemiseen. (Kumar et al. 2013.) Tietotuotteessa esitettävä tieto voi olla konkreettinen tietolista tai taulukko tai ennalta määritetty mittari tai laskentamalli (Parida & Kumar 2006). Luku voidaan muodostaa erilaisien analyysien tai koneoppimisen avulla (Le et al. 2014). Tieto voi myös perustua aineettomaan pääomaan ja sen seurantaan (Nordika 2001; Edvinsson & Malone 1997).

Tietotuotteessa olevat mittarit tulisivat Parida & Kumar (2006) mukaan olla mahdollisimman selkeitä, mitattavia, saavutettavia, realistisia sekä saatavilla olevia. Esimerkiksi kyllä / ei –tyyppiset mittarit eivät ole suositeltavia. (Parida & Kumar 2006.) Mittarit voivat olla yrityksen omia mutta usein suositellaan yleisiä mittaristoja, jotta saavutetaan lukuarvojen vertailtavuus alan keskiarvoihin. Saraswat & Yadava (2008) esittelemä RAMS –mittaristo ja esimerkiksi PSK-standardeihin kuuluva OEE-laskenta ovat hyväksi havaittuja mittareita kunnossapidon mittaamiseen (Ben-Daya & Duffuaa 1995; Saraswat & Yadava 2008; PSK 2016.) Nykyään myös kunnossapidossa korkeampaan rooliin ovat nousseet erilaisten turvallisuus- ja ympäristöasioiden mittaaminen ja niiden raportointi myös julkisuuteen. Tavoitteena on kehittää yrityksen mainetta ympäristöystävällisenä ja turvallisena toimijana. (Narayan 2012.)

Chang et al. (2013) mukaan teollisen internetin ympäristössä tietosisällön keräämisessä suurimmat haasteet liittyvät teknisiin haasteisiin ja ongelmiin. Datan kerääminen useista eri lähteistä ja yhdistäminen myöhemmin jonkin ohjelmistoalustan tai analysointipalvelun avulla on teknisesti hyvin haastavaa. (Chang et al. 2013.) Myös standardoinnin puute ja sirpaloituminen eri toimialoille vaikeuttavat kerättävän datan hyödyntämistä ja muuttamista hyödylliseksi tiedoksi käyttäjälleen (Chen et al. 2012; Lee & Lee 2015).

Mazumdar et al. (2011) käsittelee artikkelissaan, miten tieto pitäisi tallentaa, jotta sen käyttö olisi mahdollisimman helppoa ja hyödyllistä. Pelkkä oikean tiedon kerääminen ei vielä tuota tuloksia vaan myös tiedon löytämien tulee olla mahdollisimman vaivatonta. Usein työn tai päätöksenteon yhteydessä tarvitaan esimerkiksi lisätietoa jostakin tapauksesta. Tällöin tiedon tulisi löytyä tietyllä hakusanalla kaikesta yrityksen tiedosta. Löydettävyyttä voidaan parantaa metatiedoilla, oikeantyyppisillä tietokannoilla ja esimerkiksi dokumenttien tapauksessa OCR:llä (Optical character recognition) eli konelukemisella, jolloin haku etsii myös dokumenttien sisällöstä. Elragal (2014) ja Bogue (2014) huomauttavat myös big datan tärkeyden tietotuotteiden sisällössä. Big dataa pitää pystyä

muokkaamaan sellaiseen muotoon, että sitä voidaan hyödyntää myös tietotuotteissa esimerkiksi kohteen tilan seurannassa. (Elragal 2014; Bogue 2014.)

4.1.2 Esitystapa

Taulukkoon 3 on kerätty tietotuotteen esitystavan tärkeimmät ominaisuudet ja kirjallisuus, jossa huomio on havaittu.

Taulukko 3. *Esitystavan huomiot kirjallisuuden mukaan*

Tietotuotteen esitystavan huomiot	Kirjallisuus
Tiedon esittäminen mahdollisimman helposti ja kattavasti	Järviö et al. 2007
Hyvä esitystapa motivoi parempaan työhön ja kirjauksiin	Mittelstädt et al. 2015
Kaikki ylimääräinen tieto tulee poistaa tai piilottaa	Bakhrankova 2010
Tasapainon löytäminen visualisointiin liittyvissä valinnoissa	Lurie & Mason 2007
Käyttäjakohtainen räätälöinti	Derntl et al. 2012
Itsepalveluperiaatteella toimivat raportit	Watson & Wixom 2007
Personoitavat dashboardit	Mazumdar et al. 2011
Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen	Coetsee & Eksteen 2011

Tietotuotteet ovat Järviö et al. (2007) mukaan syntyneet toiminnanohjausjärjestelmien johdosta. Kun yrityksen tiedosta suurin osa saatiin yhteen tietojärjestelmään, oli kerätyn tiedon raportointi ja hahmottaminen erilaisien tietotuotteiden avulla huomattavasti helpompaa kuin aikaisemmin. Tietotuotteita käytetään usein myös yksinkertaisempaan käyttöliittymänä toiminnanohjausjärjestelmään, sillä monimutkainen toiminnanohjausjärjestelmän ikkuna ei motivoi kaikkia käyttäjiä kirjaamaan tietoja oikein. (Järviö et al. 2007.) Tietotuotteen tarkoitus Bakhrankovan (2010) mukaan onkin poistaa kaikki ylimääräinen ja tuoda käyttäjälle esiin vain tarpeellinen tieto työn tai päätöksenteon tueksi.

Tietotuotteet mielletään usein värikkäiksi dashboardeiksi, jotka koostuvat eri osaluista kuten mittareista, palkeista, graafeista ja taulukoista. Tietotuotteen osakomponentteja kutsutaan usein widgeteiksi, joita voidaan personoida ja muokata haluamakseen käyttöoikeuksien rajoissa. (Derntl et al. 2012.) Tieto pyritään aina esittämään selkeässä muodossa, josta käyttäjä pystyy sen parhaiten ja helpoiten ymmärtämään. Pintelon & Van Puyvelde (1997, s. 9) mukaan monimutkainenkin ja moniulotteinen asia pystytään kuvaamaan esimerkiksi tutka-mallisella graafilla. Kuitenkin esimerkiksi Keim et al. (2006) mukaan liian monimutkaiset kuvaajat eivät tuo usein mitään lisäarvoa. Näiden perusteella todettakoon, että graafin monimutkaisuus tulee päättää käyttäjien taitojen mukaan ja graafissa olevan tiedon monimutkaisuuden mukaan.

Tietotuote voi sijaita muun muassa suoraan toiminnanohjausjärjestelmässä, raportointijärjestelmässä, laitteessa HMI-sovellutuksena tai esimerkiksi selainkäyttöisenä mobiilitietotuotteena (Du et al. 2013). Uusimmat toteutukset hyödyntävät lisättyä ja virtuaalista

todellisuutta, jossa älylasien avulla luodaan virtuaalisia objekteja työntekijän näkökenttään auttamaan työntekoa. (Coetzee & Eksteen 2011; Espindola et al. 2013; Posada et al. 2015.) Kuitenkin kaikkia tietotuotteita yhdistävät tarpeet reaaliaikaiseen toimintaan, porautumiseen tietotuotteen sisällä ja enemmän itsepalveluperiaatteella toimivan ad-hoc raportoinnin lisääntyminen (Watson & Wixom 2007).

Itsepalveluperiaatteeseen viitaten myös tiedonhaku on kehittynyt huomattavasti. Mazumdar et al. (2011) esittelee hakuprosessin, jossa muutamalla hakusanalla tietotuote luo dashboard-näkymän olemassa olevasta tiedosta hakusanojen avulla. Dashboard jaottelee tiedot erilaisiin widgetteihin, joiden avulla tieto pystytään esittämään mahdollisimman kattavasti ja helppolukuisesti. (Mazumdar et al. 2011.) Tietotuotteisiin voidaan myös yhdistää erilaisia hälytyssääntöjä. Kun tietty raja-arvo ylittyy, lähetetään siitä ilmoitus tietylle ryhmälle perustuen ongelman vakavuuteen. Vakavan ongelman yhteydessä ilmoitus voi ilmestyä esimerkiksi tietotuotteeseen ponnahdusikkunana, että se ei jää huomaamatta keneltäkään. (Kos et al. 2012.)

Kun tietotuotteet ovat yhä laajemmin käytössä myös mobiililaitteissa, tulee tietoturvallisuus huomioida tarkemmin. Lesjak et al. (2014) esittää kuinka tärkeitä tietoturvallisuusasiat ovat sensoridatan siirrossa mutta myös loppukäyttäjän tietotuotteen tietoturvallisuus ja tietosuoja tulee olla kunnossa. Sormenjälkitunnistus tai silmän iiriksen tunnistus voivat olla hyviä mekanismeja käyttäjän tunnistamisessa. Tietotuotteessa voi olla sellaista tietoa, mikä esimerkiksi kilpailijalle päätyessään voi vähentää kilpailuetua. Huoltopalveluliiketoimintaa harjoittavien yritysten tietotuotteet sisältävät hyvin todennäköisesti asiakkaista dataa ja tietoa minkä päätyminen väärin käsiin ei myöskään ole positiivista yrityksen maineelle. (Lesjak et al. 2014.)

Kuitenkin puhuttaessa tietotuotteen esitystavasta, on tietotuotteen visuaalisuus keskeisin asia. Mittelstädt et al. (2015, s. 454) mittauksissa havaittiin, että päätöksenteko hidastui, kun datan määrä tai kompleksisuus kasvoi tai kun esitystapa oli huono. Myös henkilöiden väliset erot olivat huomattavia. Hyvät kyvyt omaava henkilö pystyi havaitsemaan huonostikin toteutetusta tietotuotteesta asiat nopeammin, kuin heikommin tietoa hahmottava henkilö selkeästä tietotuotteesta. (Mittelstädt et al. 2015.) Myös ihmisen ainutlaatuinen kyky havaita malleja ja ryhmittymiä oli keskeisessä roolissa Lurie & Masonin (2007) artikkelissa. Lurie & Mason (2007) vertailivat myös, miten esimerkiksi käyttäjän vaadittu interaktiivisuus järjestelmän käytössä, vaikuttaa päätöksentekoon verrattuna staattiseen näyttöön. Tuloksena havaittiin, että parempi toimintatapa riippuu käyttäjästä ja käyttötarkoituksesta eikä yhtä ainutta oikeata vastausta ole. (Lurie & Mason 2007.) Tritten & Karim (2014) mukaan kunnossapidon tietojärjestelmät ja tietotuotteet ovat hyvin usein vanhanaikaisia ja hitaita, minkä seurauksena myös työnteko on hidasta. Paperisten työmääräinten käyttäminen ja töiden kirjaaminen sekä raportointi paperille ei ole tavatonta kunnossapidon toimialalla. (Tritten & Karim 2014.)

4.1.3 Käytettävyys

Taulukkoon 4 on kerätty tietotuotteen käytettävyyden tärkeimmät tekijät ja kirjallisuus, jossa tekijä on havaittu.

Taulukko 4. Käytettävyyden tekijät kirjallisuuden mukaan

Tietotuotteen käytettävyyden tekijät	Kirjallisuus
Tietotuote selviytyy vaivattomasti ja nopeasti asetetusta tilanteesta	Shin 2012
Nopeat vasteajat ja käyttövarmuus	Rasila et al. 2010
Likaiset ja meluisat käyttöolosuhteet	Dix 1994
Tagien ja viivakoodien hyödyntäminen	Espindola et al. 2013
Hyvän kirjausmenetelmän hyödyntäminen	Bertolini et al. 2004

Tietotuotteen hyvällä käytettävyydellä tarkoitetaan Rasila et al. (2010) ja Shin (2012) mukaan tietotuotteen mahdollisimman vaivatonta ja nopeaa käyttöä sille suunnitelluissa käyttötilanteissa. Lisääntynyt data aiheuttaa ongelmia helpon käytettävyyden saavuttamisessa. Esimerkiksi kenttätyössä nopeat vasteajat ja toimivuus ovat elintärkeitä hyvässä käytettävyydessä. (Rasila et al. 2010; Shin 2012.) Myös esimerkiksi dokumenttien hallinta hitaan mobiiliverkon alueella asettaa omanlaisensa haasteet järjestelmälle (Haddara & Elragal 2015). Dix (1994) esittämät likaiset ja haastavat työolosuhteet asettavat myös vaatimuksia tietotuotteen esittävälle laitteelle tai päätteelle. Itse tietotuotteen tulee myös olla suunniteltu siten, että se on käyttäjälle mahdollisimman vaivaton käyttää ja se tarjoaa kaiken tarvittavan tiedon (Kumar et al. 2013). Hyvän käytettävyyden saavuttaminen ilman loppukäyttäjien osallistumista suunnittelu ja toteutus –vaiheessa pidetään jopa mahdottomana. (Granado & Berreteaga 2015, s. 1908.)

Usein käytettävyyttä mitataan esimerkiksi vaadittavien painalluksien määrällä, tarvittavien syötteiden määrällä tai esimerkiksi käyttäjäkokemusta eli käytön mielekkyyttä mitaamalla (Tritten & Karim 2014). Mitä helpompi tietotuote on käyttää, sitä enemmän sitä käytetään työn ja päätöksenteon tukena ja järjestelmiin kirjattavat tiedot ovat parempilaatuisia (Bertolini et al. 2004). Kun kaikki tieto on saatavilla tietotuotteesta tai sen avulla eikä sirpaloitunutta tietoa tarvitse etsiä lukuisista järjestelmistä, pystytään ydinosaamiseen keskittymään paremmin, samalla tehostaen omaa liiketoimintaa (Mazumdar et al. 2011).

Tulevaisuudessa yleistyvät tietotuotteet ja työn tehostamiseen liittyvät välineet, kuten lisätty teollisuus, eivät ole vielä kovin käytettävällä tasolla. Lisätyn todellisuuden älylasit eivät esimerkiksi akkukestoltaan selviä päivän työtehtävistä ja ne eivät ole tarpeeksi kestäviä. Käytettävyyden näkökulmasta älylasit ovat usein suuria tai painavia ja ne jopa haittaavat työntekoa. Tageja ja viivakoodeja hyödyntämällä käytettävyyttä voidaan kuitenkin jo nyt parantaa. (Espindola et al. 2013.)

4.2 Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus

Taulukkoon 5 on kerätty tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät ja kirjallisuus, jossa tekijä on havaittu.

Taulukko 5. *Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät kirjallisuuden mukaan*

Suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät	Kirjallisuus
Loppukäyttäjien osallistuminen suunnitteluun ja toteutukseen	Markeset & Kumar 2003
Tietoturvallisuuden huomioiminen	Lesjak et al. 2014
Jatkuva seuranta ja kehittäminen	Dix 1994
Ylimmän johdon tuki	Kumar et al. 2013
Toimiala- ja prosessiosaaminen	Söderholm et al. 2007
Tekninen osaaminen ja arkkitehtuurin suunnittelu	Mittelstädt et al. 2015

Kuten muissakin hankkeissa, ei ylimmän johdon tuen merkitystä voi vähätellä. Ylimmän johdon tulee ymmärtää tietotuotteiden merkitys kunnossapidossa. Ylimmän johdon tulee olla kiinnostunut tietotuotteiden kehittämisestä ja tarjota sille riittävät resurssit. (Kumar et al. 2013.) Markeset & Kumar (2003) sekä Granado & Berreteaga (2015) mukaan onnistunut tietotuote vaatii tiivistä loppukäyttäjien osallistumista tietotuotteen suunnitteluun ja toteutukseen. Johdon ja loppukäyttäjien lisäksi Söderholm et al. (2007) mukaan tietotuotteen suunnittelu vaatii tietoteknistä osaamista, riittäviä resursseja sekä hyvää johtajuutta onnistuakseen. Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus ovat usein myös iteratiivinen prosessi, jossa lopullinen tietotuote muodostuu useiden kierroksien ja käyttäjien palautteiden kautta. Teollinen internet tuo tietotuotteen onnistuneeseen suunnitteluun ja toteutukseen lisähaasteita. Monimutkaiset arkkitehtuurit ja erityyppisten datalähteiden tuominen tietotuotteisiin asettavat haasteita ja asetettujen tavoitteiden saavuttaminen voi olla vaikeaa. (Mittelstädt et al. 2015.)

Dix (1994) ja Bakhrankova (2010) esittävät miten tietotuotteen suunnittelu ja toteutus tulisi suorittaa. Saavuttaakseen tehokas ja onnistunut tietotuote, tulee sen saavuttaa asetetut tavoitteet ja tehtävät hyväksyttävällä nopeudella ja työllä. Tämä tarkoittaa, että tietotuotteen käyttötarkoitus ja tehtävät tulee olla selvillä ennen kuin tietotuotteen toteuttaminen aloitetaan. Hyvä tietotuote on myös laadittu siten, että sille annetut syötteet tarkistetaan yleisimpien virheiden osalta. Pudotusvalikot ovat hyviä virheenpoistajia ja toiminnan nopeuttajia varsinkin kosketusnäytöllisissä käyttöliittymissä. Kuitenkin liiallinen lukitseminen hidastaa käyttöä ja huonontaa käyttökokemusta. Käyttäjien mukaanotto vahvistaa onko käyttö sopivan helppoa heidän työssään. Hyvä tietotuote on myös helposti ja nopeasti opittavissa eikä se vaadi erityisiä ominaisuuksia käyttäjiltä. Tietotuotteessa tulee kuitenkin huomioida myös kehittyneempien käyttäjien käyttötarpeet. Usein tietotuotteiden kohdalla luodaan erilaisia tietotuotteita eri käyttäjäryhmille. Tässäkin vaiheessa erilaisten käyttäjillä suoritettujen testien avulla voidaan varmistaa tieto-

tuotteen toimivuus oikeilla loppukäyttäjillä. (Dix 1994.) Bakhrankovan (2010) mukaan tietotuotteen suunnittelussa tulee ottaa huomioon prosessien ainutlaatuiset ominaisuudet. Vain räätälöimällä tietotuote käyttäjien ja prosessin tarpeeseen saadaan tietotuotteesta todellista hyötyä päätöksenteon tueksi. Tietotuotteen tulisi palvella sille annettua käyttötilannetta ja prosessia mahdollisimman tehokkaasti. (Bakhrankova 2010.)

Tietotuotteen toteuttamisessa tärkeintä on tietotuotteen suunnittelu mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hyödyntäen mahdollisimman paljon loppukäyttäjiä. Mitä aikaisemmin tietotuotteen vaatimukset ovat tiedossa, sitä paremmin taustajärjestelmät ja liittymät teolliseen internetiin pystytään toteuttamaan. Esimerkiksi se, mitä tietotuotteella halutaan näyttää loppukäyttäjälle, vaikuttaa siihen minkälainen sensori teollisen internetin laitteeseen asennetaan, minkälaista tietoa se lähettää ja kuinka tiheästi. Tietotuotteen suunnittelua ja toteutusta ei voi täten jättää projektin viimeiseksi vaiheeksi. Tärkeää on myös tietotuotteen käyttöönoton jälkeinen seuranta ja analysointi. (Dix 1994.)

4.3 Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin

Taulukkoon 6 on kerätty tietotuotteen yhdistämisessä teolliseen internetiin huomioitavat tekijät ja kirjallisuus, jossa tekijä on havaittu.

Taulukko 6. *Tietotuotteen yhdistämisessä teolliseen internetiin huomioitavat tekijät kirjallisuuden mukaan*

Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin	Kirjallisuus
Loppukäyttäjän näkökulma kokonaisuuden suunnittelussa	Bogue 2014
Standardien hyödyntäminen ja noudattaminen	Haddara & Elragal 2015
Big datan tyyppiseen tietoon valmistautuminen	Chen et al. 2012
Reaaliaikaisempi, tarkempi ja luotettavampi data resursseista ja laitteista	Lee & Lee 2015

Käsitellessä tietotuotteen yhdistämistä teolliseen internetiin tarkoitetaan myös tietotuotteen yhdistämistä muihin tietolähteisiin, kuten esimerkiksi kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmässä olevaan tietoon. Usein saavuttaakseen vasteajaltaan riittävän nopeat kyselyt ja usean dimension mukaan tutkittavat laskennat, päädytään OLAP-kuutioihin (Online analytical processing). OLAP-kuutioon lasketaan dimensiot ja tiedot etukäteen esimerkiksi kerran vuorokaudessa. Vuorokausittain ajettava useamman tunnin kestävä ETL-prosessi kerää ensin muuttuneet tiedot eri lähdejärjestelmistä kuten toiminnanohjausjärjestelmästä ja teollisen internetin ohjelmistoalustasta. Sitten datat muokataan oikeaan muotoon ja lopulta ajetaan erilliseen raportoinnin tietovarastoon. Tietotuotteet hyödyntävät raportoinnin tietovarastossa olevaa tietoa esimerkiksi erilaisten OLAP-kuutioiden avulla. Teollisen internetin toimintaympäristössä datan muuttuessa enemmän big datan kaltaiseksi eivät perinteiset OLAP-kuutiot enää riitä. Tällöin joudutaan tukeutumaan kehittyneempiin muistinvaraisiin kuutioihin tai muihin kehittyneempiin tiedon-

louhintatyökaluihin. Myös tilanteissa, joissa reaaliaikaisen tiedon tarve on suuri, ei keran vuorokaudessa päivittyvä tietovarasto palvele käyttäjää riittävän hyvin. Joskus kuitenkin riittää, että osa tiedoista on reaaliaikaisempia kuin toiset ja pystytään toimimaan olemassa olevilla teknologioilla. (Chen et al. 2012; Lee & Lee 2015.)

Bogue (2014) mukaan myös teollisen internetin tilanteessa onnistuminen ratkeaa jo projektin alussa. Esimerkiksi miten toiminnanohjausjärjestelmän data ja teollisen internetin laitteista tuleva sensorien big data yhdistetään järkevästi. Tulee myös muistaa, mitä hyötyä teollisesta internetistä haetaan ja täten, mitä tietoa kannattaa kerätä ja raportoida tietotuotteille. Tärkeää on valita mitä kaikkea dataa oikeasti tarvitaan ja minkä suhteen sitä halutaan raportoida. (Bogue 2014.) Teollisen internetin tuomat teoreettiset liiketoiminnan kehittämismahdollisuudet, kuten Coetzee & Eksteen (2011) esittämä koneiden itsediagnosointi ja Brizzi et al. (2013) esittämä laitteiden etäohjaus ovat houkuttelevia. Haddara & Elragal (2015) kuitenkin muistuttaa, että moniulotteiset, uutta luovat edelläkävijäprojektit epäonnistuvat erittäin todennäköisesti ainakin joillain osa-alueilla.

4.4 Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon

Taulukkoon 7 on kerätty tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon ja kirjallisuus, jossa vaikutus on havaittu.

Taulukko 7. *Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon kirjallisuuden mukaan*

Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon	Kirjallisuus
Kattavampi tietämys laitteiden ja resurssien nykytilasta	Juuso & Lahdelma 2013
Hälytysrajojen ja automatisointien suorittaminen	Lee & Lee 2015
Proaktiivisen toiminnan lisääminen	Espindola et al. 2013
Päätöksenteon, suunnittelun ja strategiatyön kehitys ja tehostuminen	Hannula et al. 2002
Ylimääräisten raporttien ja huoltotöiden poistaminen	Espindola et al. 2013
Lisätty todellisuus mahdollistaa virtuaaliset koulutukset	De Sa & Zachmann 1999

Hannula et al. (2002) mukaan tietotuotteiden avulla voidaan saavuttaa yrityksen operatiivisen päätöksenteon, liiketoiminnan suunnittelun ja strategiatyön kehitys ja tehostuminen. Espindola et al. (2013) ja Lee & Lee (2015) mainitsevat, kuinka tietotuotteiden avulla voidaan kääntää passiivinen ja reaktiivinen toiminta proaktiiviseksi toiminnaksi. Proaktiivisen kunnossapidon avulla teollisen internetin aiheuttamat kustannukset pystytään realisoimaan hyödyksi yritykselle. Tällaisten tietotuotteiden luominen vaatii kattavaa suunnittelua ja tietotarpeiden kartoittamista. (Espindola et al. 2013; Lee & Lee 2015.)

Gustafson et al. (2013) korostaa mittaamisen, seurannan, tavoitteiden ja kehittämisen tärkeyttä kunnossapidossa. Jatkuvalle kehitymiselle ja tehokkaammalla toiminnalla

saavutetaan Veldman & Wortmann (2011) mukaan korkeampi käyttöaste ja Ollila & Malmipuron (1999) mukaan myös korkeampaa turvallisuutta ja käyttövarmuutta. Juuso & Lahdelma (2013) mukaan tietotuotteiden ja teollisen internetin hyödyntämisellä saavutetaan parempi tietämys laitteiden nykytilasta ja pystytään nopeuttamaan ja automatisoimaan kunnossapidon toimenpiteitä erilaisien ennusteiden avulla. Marquez & Herguedas (2004) nostaa esiin myös laitteiden ja työntekijöiden tehokkuuden vertailtavuuden lisääntymisen teollisen internetin, jatkuvan seurannan ja parempien raportointi- ja tietotuotteiden avulla.

Tulevaisuudessa lisätyn todellisuuden yleistyminen mahdollistaa koulutus- ja harjoittelutilanteet virtuaalisesti (De Sa & Zachmann 1999). Tietotuotteiden tavoitteena on myös poistaa turhat toistuvat työntekijäkohtaiset analyysit sekä Excelit ja tarjota ne tietotuotteiden avulla kaikille nopeasti ja ajantasaisesti (Espindola et al. 2013). Teollisen internetin ja tietotuotteiden avulla ylimääräiset huoltotyöt vähenevät, huoltoajat nopeutuvat, huoltoresursseja pystytään hyödyntämään tehokkaammin ja tietojärjestelmissä ja ennusteissa oleva data on laadukkaampaa ja ajantasaisempaa. Tehokkaammalla ja onnistuneemmalla kunnossapidolla laitoksen tuotantomäärä nousee ja turhat seisokit vähenevät kehittäen samalla yrityksen liiketoimintaa ja tulosta. (Espindola et al. 2013.)

5. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen empiriaosuudessa käytettyjä menetelmiä. Tutkimukseen valittu haastattelutyyppi avoin teemahaastattelu on säännöllisesti laadullisissa tutkimuksissa käytetty haastattelumuoto. Teemahaastattelu ei ole liian rajattu haastattelumuoto, mikä karsisi mahdollisesti tuloksia pois. Toisaalta teemahaastattelu voi avoimuudesta johtuen olla vaativampi tutkijalle kerätyn tiedon jalostamisvaiheessa. Teemahaastattelun avulla saadaan kerätyn aineiston jatkokäsittelyvaiheessa lisää vaihtoehtoja, kun vastaukset ovat laajemmalla alueella. (Saunders et al. 2009, s. 324.) Myös kun käsiteltävä aihealue on vielä nuori, kaiken tiedon kerääminen suorilla kysymyksillä voisi osoittautua liian haasteelliseksi. Suorat kysymykset voivat myös ohjailla haastateltavia liikaa.

Empiirisessä haastattelussa haastatellaan 6 henkilöä. Sidosryhmät voidaan jakaa kolmeen alueeseen: kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmät, teollinen internet sekä analyysimallit ja asiakkaat. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään liittyvän tiedon keräämiseen käytetään kohdeyrityksen työntekijöitä. Kohdeyrityksestä haastatellaan sekä teknisemmän tason henkilöä että johdon henkilöä. Teollisen internetin ja analyysimallien näkökulman keräämiseksi käytetään teollisen internetin ja analyysimallien alalla toimivien yrityksen työntekijöitä. Asiakkaan ja loppukäyttäjän näkökulma saadaan haastatteleamalla 2 asiakasyritystä. Toisella haastateltavalla on hieman strategisempi ja taktisempi näkökulma kenttähuoltotyyppisestä huoltotoiminnasta, kun taas toisella on hieman operatiivisempi näkökulma mekaanisessa kunnossapidossa.

Haastateltavat valittiin siten, että heiltä löytyisi mahdollisimman paljon kokemusta kunnossapidosta, tietotuotteista ja toiminnanohjausjärjestelmän käytöstä. Teollisen internetin ollessa vielä tuore aihealue, sen kokemus on positiivista mutta ei välttämätöntä. Haastattelujen tuloksien avulla pystytään myös vertailemaan, kuinka toimittajaorganisaation ja asiakasorganisaation näkemykset kohtaavat valitussa kontekstissa.

Haastatteluista kerätylle laadulliselle aineistolle tehdään sisällönanalyysi ja kerätään tutkimuskysymysten kannalta tärkeimmät tulokset yhteen. Sisällönanalyysissä aineistosta tutkitaan eroavaisuuksia sekä yhtäläisyyksiä etsien ja tiivistäen helpommin luettavaan muotoon. Sisällönanalyysin avulla pyritään luomaan empiirinen tietotuotekonsepti kytkemällä saavutetut tulokset laajempaan kontekstiin ja myöhemmin yhdistämään kirjallisuuskatsauksen avulla luotuun teoreettiseen tietotuotekonseptiin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

5.1 Haastateltavat

Tutkimuksen tiedonkeruu toteutettiin avoimilla teemahaastatteluilla. Haastattelut olivat yksilöhaastatteluja ja osa niistä toteutettiin kasvotusten ja osa Skype konferenssipuheluna. Haastattelujen muistiinpanot ja äänitykset ovat haastattelijalla. Haastatteluihin osallistuneet jakautuivat kolmeen sidosryhmään, jotka ovat esitetty taulukossa 8:

Taulukko 8. Haastateltavien sidosryhmät, nimikkeet ja yritykset

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittajan näkökulma		
Johto	<i>Director, Operations</i>	Kohdeyritys
Tekninen	<i>Consulting Manager</i>	Kohdeyritys
Teollinen internet ja analyysimallit -näkökulma		
Analyysimallit	<i>Erityisasiantuntija, Riskien ja Elinkaaren hallinta</i>	Ramentor
Teollinen internet	<i>Johtaja, Liiketoiminnan kehitys</i>	Wapice
Asiakasnäkökulma		
Strateginen / taktinen	<i>Kehityspäällikkö</i>	RAY
Taktinen / operatiivinen	<i>Kehityspäällikkö, kunnossapito</i>	SSAB

Taulukossa 8 otsikkoriveillä esitetään haastateltavien sidosryhmät: toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja, teollinen internet ja analyysimallit sekä asiakkaan eli loppukäyttäjän näkökulma. Haastateltavien toiminta-alueet ovat esitetty ensimmäisessä sarakkeessa ja tarkempi nimike keskimmaisessä sarakkeessa. Kolmannessa sarakkeessa on esitetty yritys, jossa haastateltava on haastattelujen aikana toiminut. Kaikki haastattelut suoritettiin 20.5.2016 - 7.6.2016 välisenä aikana.

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittajan näkökulma

Kohdeyritys

Haastatteluihin osallistuvat yritykset ovat toimialansa huippuja Suomessa. Kohdeyrityksestä haastateltiin operatiivista johtajaa sekä consulting manageria. Operatiivisella johtajalla on 25 vuoden kokemus kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmistä toimittajapuolelta. Hän on ollut useissa projekteissa mukana tehostamassa asiakkaan liiketoimintaa ohjaamalla kunnossapitoa ja siihen liittyviä toimintoja kuten materiaalihallintaa, käyttöomaisuutta ja elinkaaren hallintaa. Tietotuotteiden ja analyysimallien näkökulmasta hänellä on kokemusta mobiilisovelluksista, raportoinnista sekä erilaisista käyttö-

varmuus- ja ennustemallitoteutuksista. Teollisesta internetistä kokemusta on kertynyt muun muassa energialaitoksien tuotanto-ohjauksen ohjausjärjestelmien integraatioista kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään.

Kohdeyritys

Consulting managerilla on 17 vuoden kokemus kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmistä. Hän on toiminut kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän osa-alueilla kuten materiaalihallinnassa, ostossa ja varaston hallinnassa. Ennen tietojärjestelmätoimitajauraansa hän työskenteli teollisuusyrityksen mekaanisessa kunnossapidossa. Täten hänellä on kokemusta myös loppukäyttäjien tarpeista ja haasteista teollisessa kunnossapidossa. Teollisesta internetistä kokemusta on kertynyt asiakasprojektien myötä erinäisten mittaritietojen keruusta, joiden avulla ohjataan muun muassa ennakkohuoltoja.

Teollinen internet ja analyysimallit -näkökulma

Ramentor

Ramentor Oy on asiantuntija- ja ohjelmistoyritys, joka kehittää ja soveltaa ohjelmistotuotteita käytettävyyden, luotettavuuden ja kunnossapidon (RAM) suunnitteluun ja riskien hallintaan (Ramentor 2016). Ramentor Oy:stä haastateltiin erityisasiantuntijaa riskien ja elinkaaren hallinnan näkökulmasta. Haastateltavalla on noin 15 vuoden kokemus tietojärjestelmistä ja analytiikasta kunnossapidossa.

Wapice

Wapice Oy on teollisuudessa toimiva teknologiapartneri, joka pyrkii edistämään asiakkaiden suorituskykyä kaikilla toiminnan aloilla tietotekniikkaa hyödyntäen (Wapice 2016). Wapice Oy:stä haastateltiin liiketoiminnan kehityksestä vastaavaa johtajaa. Haastateltavalla on noin 16 vuoden kokemus digitalisaation aihealueelta. Toiminnanohjausjärjestelmiin kokemusta on kertynyt erilaisten asiakasprojektien kautta ja myyntikonfiguraattorituotteen kautta. Myyntikonfiguraattorin avulla pyritään digitalisoimaan myynnin näkökulmasta formaaleja työkaluja, jotka hyödyntävät olemassa olevaa tietoa ja koostavat niitä yhteen. Tietoa kerätään esimerkiksi tuotehallinta- ja hinnoittelujärjestelmistä, tavoitteena helpottaa tuotteiden ja palveluiden ostoa sekä myyntiä. Teollisen internetin osaaminen on kehittynyt oman teollisen internetin ohjelmistotalusta-tuotteen kautta. Tuotteen avulla sensoreista tulevaa dataa voidaan viedä eteenpäin toiminnanohjausjärjestelmään ja muihin järjestelmiin sekä kuvata erilaisien dashboard-työpöytä näkymien avulla.

Asiakasnäkökulma

Raha-automaattiyhdistys

Raha-automaattiyhdistys on kasino- ja rahapelitoimintaa harjoittava yritys. Raha-automaattiyhdistyksellä on yli 19 000 peli- ja raha-automaattia eri puolilla Suomea, joiden huolto ja korjaaminen on pyritty automatisoimaan mahdollisimman pitkälle saavuttaakseen korkea toimintavarmuus. (Ray 2016.) Raha-automaattiyhdistyksen avulla kerättiin asiakasyrityksien sidosryhmästä liikkuvan kenttähuollon näkökulma. Raha-automaatti-yhdistykseltä eli RAY:lta haastateltiin kehityspäällikköä, joka vastaa kunnossapitopalveluyksiköstä. Kunnossapitopalveluyksikkö tuottaa tukipalveluja kenttäkunnossapidolle ja kehittää toiminnanohjausjärjestelmää ja siihen liittyviä muita järjestelmiä. Yksikkö vastaa koulutuksista, ohjeistuksista, muutossarjoista sekä on tuotekehityksessä mukana alusta asti. Täten pystytään saavuttamaan tehokas kunnossapito ja laitekannan ylläpito sekä elinkaaren hallinta. Haastateltavalla on kaiken kaikkiaan noin 13 vuoden kokemus kunnossapitoon liittyvistä esimiestehtävistä. RAY hyödyntää teollista internetiä toiminnassaan, sillä lähes kaikki peliautomaatit ovat yhteydessä tietoverkkoon. Automaatit voivat täten itse lähettää vikailmoituksen alueella toimiville kenttäkunnossapitomiehille. Laitteita pystytään myös diagnosoimaan sekä päivittämään etäyhteyden avulla.

SSAB

SSAB Europe Oy on maailmanlaajuisesti johtava tuottaja pitkälle kehitetyissä lujissa teräksissä (SSAB 2016). SSAB:n avulla kerättiin asiakasyrityksien sidosryhmästä mekaanisen kunnossapidon näkökulma. SSAB:lta haastateltiin kunnossapidon kehityspäällikköä, jonka vastuualueena on työsuunnittelu, kunnossapidon kehitys sekä projekti- ja ylläpitosuunnittelun tuki. Haastateltavalla on yli 23 vuoden kokemus nykyisessä SSAB Europe Oy:ssä (Entinen Ruukki) erilaisista kunnossapitotehtävistä, pääpainona mekaaninen kunnossapito. Aikaisempia tehtävänimikkeitä on ollut muun muassa kenttäkorjauspalveluiden työnjohtaja/työsuunnittelija, kunnossapitoinsinööri ja korjaamopäällikkö. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmät ja tietotuotteet ovat haastateltavalla käytössä jokapäiväisessä työssä.

5.2 Haastattelun teemarunko

Haastattelun teemarunko on esitetty tarkemmin liitteessä A. Teemat valittiin teoreettisen tietokonseptin mukaan, minkä avulla saavutetaan parempi vertailtavuus teorian ja empirian tuloksien välille. Haastattelun alussa haastateltavalle esitetään tutkimuksen taustatiedot ja mitä termillä tietotuote tarkoitetaan tutkimuksessa. Samalla esitellään mitä tietotuotteen termi voi kattaa alleen. Haastattelun alussa selvitetään haastateltavan taustatiedot aihealueelta kunnossapidosta, toiminnanohjausjärjestelmistä sekä tietotuotteista ja teollisesta internetistä. Tuntamalla haastateltavan taustat ja lähtökohdat on haastattelu-

jen tuloksia helpompi tulkita ja määritellä niiden painoarvoa tutkimuksen kannalta. Itse haastattelussa käytetään seuraavia neljää pääteemaa:

1. Tietotuotteen sisältö ja muoto (*Tietosisältö, Esitystapa, Käytettävyys*)

2. Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus

3. Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin

4. Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon

Pääteemojen läpikäynnin jälkeen annetaan mahdollisuus vielä täydentää vastauksilla johonkin teemaan tai muuta aiheeseen liittyvää. Haastatteluissa pyritään kerätä varsinkin usein esiintyneitä ongelmia ja näihin luotuja ratkaisuja ja toimintamalleja. Myös arvioita tulevaisuudesta ja alan kehityksestä otetaan vastaan, sillä niistä voi olla hyötyä tutkimuksessa.

5.3 Tiedon analysointi

Empiriassa kerättyä tietoa analysoidaan laadullisin menetelmin luoden symbioosi keräystä tiedosta. Haastattelujen tulokset kootaan teemoittain teoreettisen tietotuotekonseptin mukaan ja jaetaan sidosryhmittäin kohdeyrityksen, toimittajayrityksien ja asiakasyritysten mukaan. Näiden pohjalta luodaan empiirinen tietotuotekonsepti, keräten yhteen tärkeimmät havainnot haastattelujen tuloksista. Tutkimuksen luvun 6 alussa käsitellään myös sidosryhmien välisiä havaintoja. Luvussa 7 kootaan tutkimuksen lopullinen tietotuotekonsepti teoreettisen ja empiirisen tietotuotekonseptin pohjalta.

6. EMPIRIAN LÖYDÖKSET

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen empiriaosuuden löydökset alaluvuissa 6.1 - 6.4. Alaluvussa 6.5 *Empiirinen tietotuotekonsepti* kootaan yhteen tutkimuksen empiirinen tietotuotekonsepti suoritettujen haastattelujen pohjalta. Empiirisen osion sidosryhmien vastaukset olivat hyvin linjassa eikä ristiriitoja esiintynyt. Tämä kertoo asiakkaan tietämyksestä aihealueesta ja kohdeyrityksen toimialaosaamisesta. Kohdeyrityksen tapauksessa vastaukset olivat hieman teknisempiä ja käsittelivät asioita hieman laajemmassa mittakaavassa. Asiakasyrityksien näkökulma oli hieman rajatumpi mutta haastateltavien mittavan kokemuksen seurauksena alalta, vastaukset eivät olleet missään tapauksessa liian suppeita. Toimittajayrityksien haastatteluissa nostettiin esiin muutamia asioita, joita kohdeyritys eivätkä asiakasyritykset ottaneet esille. Tämä havainnollistaa toimittajayritysten syvää asiantuntemusta omilta osa-alueiltaan.

6.1 Tietotuotteen sisältö ja muoto

Empiirisen tietotuotekonseptin sisältö ja muoto jaetaan kolmeen osa-alueeseen, kuten teoreettisessa tietotuotekonseptissa. Osa-alueet ovat tietotuotteen tietosisältö, esitystapa ja käytettävyys. Jakamalla tietotuotteen sisältö ja muoto näihin osa-alueisiin pystytään kohdistamaan empirian löydökset kattavammin ja tarkemmin tietotuotteessa.

6.1.1 Tietosisältö

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja - Kohdeyritys

Tietotuotteen tietosisältö eroaa kunnossapitotyöntekijän ja johtajan välillä. Kunnossapitotyöntekijä tarvitsee työssään pelkistettyä ja yksinkertaista helposti luettavaa tietoa johon pystytään porautumaan. Tietotuotteen sisältö tulee sovittaa käyttäjän tarpeeseen ja toimintaympäristöön. Usein kunnossapitotyöntekijän tietotuote sisältää tarpeellista informaatiota liittyen omiin töihin, kuten tarvittavia varaosia, materiaaleja, lupia sekä ohjeita. Tietotuotteen tulee myös sisältää työn kirjaaminen ja raportointi työnteon yhteydessä. Johtajan tietotuotteessa seurataan pidemmän aikavälin tapahtumia ja laajempaa kuvaa toiminnasta. Johtajien tietotuotteet sisältävät myös erilaisten tavoitteiden saavuttamista ja poikkeamien seuranta. Johtajien tietotuotteet käsittelevät useammin myös taloudellisia ja ympäristöön liittyviä lukuja.

Tietosisältöön liittyvät ongelmat liittyvät useimmiten olemassa olevan tiedon laatuun ja saatavuuteen. Tietojärjestelmien migraatioissa tapahtuu virheitä, eri järjestelmistä tulevat datat sekoittavat olemassa olevaa dataa ja suurimpana ongelmana ovat inhimilliset

virheet. Tämä kuitenkin vaihtelee asiakkaittain, sillä joillakin asiakkailla master datan tärkeys on ymmärretty ja tietosisällön laatu on erinomaisella tasolla. Datan laadussa ollaan kuitenkin tultu vuosien varrella eteenpäin ja nykyään esimerkiksi erilaisten lupien ja ohjeiden hakeminen on huomattavasti helpompaa sähköisen muodon ansiosta.

Kaiken kaikkiaan tietotuotteen sisällön tulisi palvella sen käyttäjää parhaimmalla mahdollisella tavalla tuottaen tietoa työn ja päätöksenteon tueksi. Tieto tulee olla luotettavaa, ajantasaista ja saatavilla myös mobiilisti. Huoltopalveluliiketoiminnassa ja kenttähuollossa näiden merkitys korostuu. Ylimääräisen ja turhan tiedon karsiminen tulee myös ottaa huomioon datan määrän kasvaessa.

Analyysimallit – Ramentor

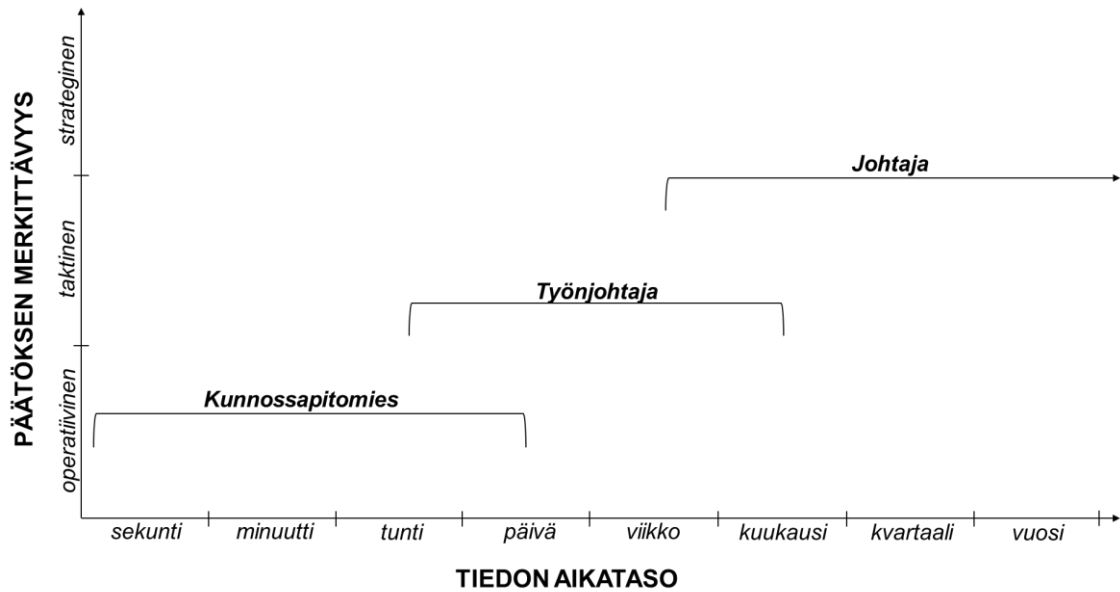
Kunnossapitomiehen näkökulmasta tietotuotteen tulee sisältää täsmälliset ja yksityiskohtaiset tiedot siitä, miten eri tilanteissa tulee toimia. Analytiikan näkökulmasta tulee muistaa, että kunnossapitomiehen on yksi tärkeimpiä tiedon tuottajia. Täten tietotuotteen tulee osaltaan ohjata ja motivoida laatimaan kirjaukset muodollisesti oikein ja huolellisesti. Esimerkiksi työn tilaajalla voi olla huomattavasti vähemmän tietoa käytettävissä verrattuna kunnossapitomieheen kentällä. Täten on tärkeää, että kunnossapitomiehen kirjaa kaikki mahdolliset havainnot systemaattisesti järjestelmään myöhempää käyttöä varten.

Johtajan näkökulmasta tietotuotteen tulisi sisältää hyvin pitkälle jalostettua tietoa päätöksenteon tueksi. Tieto tulee kuitenkin olla koostettua, ettei liian yksityiskohtainen tieto hämää kokonaisuutta. Jalostettu tieto luodaan käsittelemällä kerättyä dataa soveltuvilla menetelmillä, kuitenkin unohtamatta asiantuntijan ymmärryksen hyödyntämistä. Tiedon tulee auttaa johtajaa erottamaan ne olennaiset seikat, jotka vaativat huomiota tai tarjoavat selkeää parannuspotentiaalia. Lisäksi tarvitaan tietoa tukemaan valintaa siitä, mikä olisi kulloinkin mahdollisuuksien rajoissa parhain tapa toimia kyseisessä tilanteessa. Operatiivisen ja taktisen tason lisäksi myös strategisen tason pitkäjänteisen suunnittelun tueksi tarvitaan tällaista tietoa.

Teollinen internet – Wapice

Tietotuotteessa oleva tieto tulee olla ennen kaikkea luotettavaa, jotta sitä voidaan käyttää luotettavasti päätöksenteon tukena. Tiedonkeruumielessä kaikki ryhmät tarvitsevat yksityiskohtaisella tasolla saman tiedon. Tietoa kuitenkin tarkastellaan eri näkökulmasta ja erilaisilla aikatasoilla ja suodatuksilla. Tietoa tulee kuitenkin kerätä hyvin yksityiskohtaisella tasolla, jotta pystytään porautumaan tietoon. Kerätty tieto perustuu perinteisesti manuaalisiin kirjauksiin, minkä seurauksena tiedon luotettavuus ja ajantasaisuus kärsii.

Kunnossapitomiehen ja johtajan tietotuotteen tietosisältöä voidaan tarkastella päätöksenteon merkittävyyden ja aikatasojen kautta, kuten kuvassa 10 on esitetty.



Kuva 10. Päätöksen merkittävyys rooleittain tiedon aikatasoilla

Kunnossapitomiehen tietotuotteissa tarkasteltava tieto on usein sekunti-päivä tasoista tietoa. Kunnossapitomies voi esimerkiksi seurata yllättäviä tilanteita tai seurata erilaisia hälytyksiä. Kunnossapitomiehen päätöksenteot ovat operatiivisia.

Työnjohtajan tietotuotteessa oleva tieto voidaan nähdä olevan tunti-kuukausi tasolla. Työnjohtaja suunnittelee resurssien käyttöä ja on esimerkiksi kiinnostunut mitä historiassa on tapahtunut ja pyrkii ennustamaan esimerkiksi seuraavan viikon työkuormaa. Tehtäviin kuuluvat myös materiaalihallinta, kuten tarvittavien varaosien tilaaminen. Työnjohtajan toiminnalla ja päätöksillä on jo suurempi merkitys yrityksen näkökulmasta ja täten tieto sen tukena tulee olla ajan tasalla ja riittävän tarkkaa. Tehtävät päätökset sijoittuvat usein operatiivisen ja taktisen välille.

Johtaja voi olla esimerkiksi tehdaspäällikkö tai kunnossapidosta kokonaisuudessaan vastaava henkilö. Tarvittava tieto on useimmiten viikko-vuosi tasolla ja myös ennustaminen on yleisempää. Tehtävät päätökset ovat hyvin merkittäviä ja ovat usein strategisia ja taktisia. Johtajan tehtäviin voidaan nähdä elinkaaren hallinnan ja tavoitteiden asettamisen. Kuvan 10 tarkasteluun voidaan yhdistää mukaan myös kustannusvaikutus. Tällöin voidaan tutkia myös millainen kustannusvaikutus seuraa esimerkiksi oikeanlaisesta resursoinnista ja asiantuntevuudesta operatiivisella tasolla.

Liikkuva kenttähuolto – RAY

Kentällä toimivan kunnossapitomiehen tietotuotteen tulee sisältää tietoa liittyen kohteen huoltohistoriaan, varaosiin sekä tuottolukuihin eli esimerkiksi onko automaatti ainoa kyseisessä toimipaikassa vai onko sijainnissa muita vaihtoehtoisia pelikoneita. Tietotuotteen tulee sisältää myös reaaliaikaiseen seurantaan liittyviä asioita kuten laskimia, joiden avulla pystyttäisiin karsimaan ylimääräiset työpyynnöt ja täten vähentämään turhia käyntejä. Tietotuotteen olisi hyvä myös hallita töiden priorisointi ja töiden suoritustjärjestys ja optimoida reitti töiden välillä. Reittioptimoinnilla on suuri merkitys ylläpito-kustannuksiin, sillä jopa 30 % kunnossapitomiehen ajasta kuluu siirtymisiin.

Nykyisin tieto on usein hajautunut eri järjestelmiin ja käyttäjä ei välttämättä viitsi etsiä kaikkea tarvittavaa tietoa. Tieto saattaa myös olla virheellistä, sillä suuri osa tiedosta kirjataan käsin. Työnjohtaja seuraa tietotuotteeltaan oman alueen tekemisiä ja nykytilaa ja pyrkii optimoimaan töitä tarjotuilla työkaluilla. Johtajat tarvitsevat tietotuotteessaan laajemman tilannekatsauksen ja enemmän taloudellista tietoa. Seurataan esimerkiksi kuinka paljon varaosia kokonaisuudessaan käytetään tai kuinka paljon tietty alue, kuten matkustus vie aikaa ja resursseja. Keräämällä automaateista ja huolloista dataa pystytään laskemaan esimerkiksi tuottavuutta per automaatti, minkä avulla pystytään pohtimaan esimerkiksi seuraavien uusien automaattien sijoituspaikkaa.

Mekaaninen kunnossapito – SSAB

Kunnossapitomiehen tietotuotteen tulisi sisältää tietoa, joka ohjaa kunnossapitäjän jokapäiväistä toimintaa siitä mitä ja mihin henkilön tulee keskittyä päivittäisessä tekemisessään. Lisäksi henkilön pitää pystyä saamaan tietotuotteen kautta tekemiseen liittyvää informaatiota mahdollisimman kattavasti ja vaivattomasti. Johtajan tietotuotteen tulisi ohjata tekemistä siten, että siitä saatavalla informaatiolla pystytään ohjaamaan toimintaa oikeaan suuntaan. Näitä ovat esimerkiksi kustannukset, toiminnan tehokkuus, toiminnan tilatieto, mahdolliset poikkeamat ja niiden vaikutukset. Tietosisällön ei välttämättä tarvitse pääsääntöisesti olla kovin yksityiskohtaista mutta poikkeamien kohdalla syyt on hyvä tuoda esille yksityiskohtaisesti. Yleisesti ottaen työtilaukset eivät sisällä tarpeeksi tietoa työn sisällöstä ja viasta. Määrittelyt ovat usein hyvin puutteellisia ja työn suunnitteleminen tarvittavaa informaatiota ei ole tuotu esille seikkaperäisesti. Työsuunnitelmien tekemiseen kuluu tämän seurauksena huomattavasti pidempi aika, mikä heijastuu myös pidentyneisiin läpimenoaikoihin.

6.1.2 Esitystapa

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja - Kohdeyritys

Kunnossapitoon liittyvien tietotuotteiden esitystapaan ei useinkaan olla tyytyväisiä. Järjestelmistä tulee helposti liian monimutkaisia käyttää ja asiakaskaan ei aina tiedä, mitä todella tarvitsee. Usein esimerkiksi järjestelmän ja tietotuotteen toimitusvaiheessa räätälöidään ratkaisua asiakkaan tarpeeseen, mutta muutamien kuukausien tai vuosien jälkeen ominaisuuksia karsitaan pois. Lopulta voidaan päätyä hyvin lähelle jopa toimittajan alkuperäistä perusversiota. Kunnossapidon tietojärjestelmät ovat myös olleet hieman jäljessä muuta kehitystä. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmät ovat olleet vanhempia ja kankeampia kuin muut sovellukset ja ne eivät ole olleet kovin joustavia.

Esitystavassa tulee ottaa huomioon toimintaympäristö, jossa käyttäjä toimii. Esimerkiksi liikkuva huoltomies tarvitsee erilaisen käyttöliittymän kuin työntekijä päätteellä tehtaalla. Tämän seurauksena eri käyttäjille luodaan omanlaisensa käyttöliittymä ja näkymä, joissa näytetään vain ja ainoastaan hänen työssään tarvittavat painikkeet ja toiminnot. Myös erilaiset päätelaitteet ja näytön tarkkuus asettavat omat haasteensa tietotuotteiden suunnitteluun. Myös kun tietoa halutaan yhä enemmän näkyville kerralla, nousee tiedon visualisointi tärkeään rooliin. Suurimpana haasteena on löytää tasapaino tiedon määrän ja visualisoinnin tasossa. Tietotuotteen esitystapa ja visuaalisuus näyttelevät myös merkittävää roolia myyntitilanteissa, joissa visuaalisuus luo myyvämmän ilmeen.

Lisätty todellisuus ei vakuuta vielä haastateltavia älylasien muodossa. Tietyillä vaativammilla toimialoilla lisätty todellisuus voi olla hyvä lisä myös kunnossapidon ohjauksessa. Ääniohjauksen ja äänipalautteen nähdään kuitenkin olevan todennäköisempi apukeino kunnossapidon toimialalla. Varsinkin huoltopalveluliiketoimintaa harjoittavilla yrityksillä lisätyn todellisuuden hyödyntäminen vaikuttaa kannattavammalta, sillä oman laitoksen huoltajat oppivat kuitenkin ajan saatossa laitoksen huoltotehtävät. Myös eräänlainen älypukeutuminen vaihtoehtona nousi haastatteluissa esiin.

Analyysimallit - Ramentor

Tärkeää tietotuotteen esitysmuodossa on epäoleellisen tiedon poistaminen. Tiedon omaksumista ja hyödyntämistä voidaan myös tehostaa erilaisten visualisointien avulla. Tyytymättömyys loppukäyttäjien osalta liittyy harvoin visuaalisuuden puutteeseen. Usein tyytymättömyys seuraa hitaista vasteajoista, epäselvyyksistä tai muista ongelmista.

Teollinen internet - Wapice

Toiminnanohjausjärjestelmät ovat usein monimutkaisia järjestelmiä, minkä seurauksena eri käyttäjärooleille tulee luoda erilaisia näkökulmia ja käyttöliittymiä tehokkaan toiminnan saavuttamiseksi. Tärkeää on esittää tieto juuri sellaisena, että käyttäjä ymmärtää sen aina relevanttina kokonaisuutena. Loppukäyttäjien tyytyväisyys riippuu usein vapaaehtoisuudesta ja saavutetusta hyödystä. Jos järjestelmää ei joudu käyttämään pakotettuna ja se todella auttaa työntekijää työn suorittamisessa, on myös saatu palaute usein parempaa. Ulkoasun ei tarvitse olla mahdollisimman moderni ja hieno, jos edellä mainitut asiat saavutetaan.

Esimerkkinä toimitusprojekti, jossa digitalisoitiin huoltopalveluliiketoiminta. Ennen digitalisointia työmiehet ajoivat aamulla työnjohtajan luokse, joka jakoi paperiset tulokset suoritettavista päivän töistä. Tämän jälkeen työmiehet ajoivat asiakkaiden luo huoltamaan kohdetta työohjeen mukaan ja kirjoittivat paperille raportin tehdystä työstä. Työn valmistuttua työmiehet ajoivat omalle toimipisteelle kirjaamaan työt tietojärjestelmään, josta pystyttiin sitten lähettämään raportti ja lasku asiakkaalle.

Kehitysprojektin jälkeen työmiehelle lähetettiin aamulla kannettavaan laitteeseen työpaketit päivälle kaikkine ohjeineen. Työmies pystyi ajamaan suoraan asiakkaalle, jossa työ suoritettiin vaihe vaiheelta siten, että ohjelmisto opasti työmiestä työn aikana. Ohjelmistoon pystyi myös lataamaan valokuvia, mikä vähensi kirjoittamisen tarvetta. Työn valmistuttua, raportti lähti automaattisesti hyväksyttäväksi työnjohtajalle, joka edelleen laskuttaa työn asiakkaalta. Kehitysprojektin avulla pystyttiin virtaviivaistamaan tekemisen prosessia ja tämän seurauksena huoltotehokkuus kasvoi huomattavasti.

Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen kunnossapidossa riippuu toimialasta. Lisätty todellisuus tuo todennäköisesti lisähyötyä käyttäjille mutta teknologia ei aivan vielä ole tarpeeksi kypsää ja helppokäyttöistä ainakaan kunnossapidon ympäristössä. Älylasien integroiminen esimerkiksi suojalaseihin ja kuulokkeen integroiminen kuulosuojaimiin voisi olla toimiva ratkaisu. Kunnossapidossa ongelmana ovat likaiset ja meluisat ympäristöt, minkä seurauksena lisätyn todellisuuden hyödyntäminen on viivästynyt. Esimerkiksi logistiikassa varastokeräilyt suoritetaan useilla toimijoilla jo nyt puheohjauksen avulla.

Liikkuva kenttähuolto - RAY

Tietotuotteessa visualisointi on tärkeässä roolissa. Dashboardilla tulisi nähdä yhdellä silmäyksellä mahdollisimman paljon relevanttia tietoa omaan työnkuvaan nähden. Operatiivisella tasolla tarvitaan yksityiskohtaisempaa tietoa ja esitystapa tulee olla suhteellisen yksinkertainen. Esimerkkinä liikennevalojärjestelmä, jossa nykyistä tilaa voidaan kuvata väreillä: vihreä, keltainen tai punainen.

Johtotasolla tarvitaan enemmän statistiikkaa ja graafeja, jotka voivat olla myös hieman monimutkaisempia ja sisältää enemmän tietoa. Huoltojen yhteydessä laitteiden ja varaosien tunnistaminen tapahtuu viivakoodeilla ja järjestelmistä löytyy paljon valmiita syötteitä ja vakiomuotoisia raportointikenttiä. Näiden hyödyntäminen ja käyttö on kentäkunnossapidossa miltei välttämätöntä tehokkaan toiminnan saavuttamiseksi. Osa huolto-ohjeista on muokattu video-ohjeen muotoon. Mutta muuta lisätyn todellisuuden käyttöä ei vielä ole todettu tarpeelliseksi tutkimuksista huolimatta.

Mekaaninen kunnossapito - SSAB

Tietotuotteessa visuaalinen esitystapa on usein parhain tapa ohjata tai ohjeistaa toimintaa. Yleisellä tasolla tietotuotteiden ulkoasut sisältävät usein liian paljon informaatiota, mikä ei ole relevanttia loppukäyttäjälle. Tietokenttiä voi olla liikaa ja se sekoittaa käyttäjää. Tietotuotteen tulisi sisältää vain käyttäjän kannalta oleellinen tieto. Monesti tämä tulisi olla mahdollisimman helposti räätälöitävissä käyttäjäkohtaisesti. Lisätyn todellisuuden hyödyntämistä tulisi lisätä nykyisestä riippuen kohteesta. Lisätyn todellisuuden avulla pystytään kehittämään esimerkiksi kunnossapitohenkilöiden jokapäiväistä tekemistä tai esimerkiksi turvallisuusasioiden valvomista.

6.1.3 Käytettävyys

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja - Kohdeyritys

Käytettävyydenkin osalta eri käyttäjäryhmien ja yksilöiden huomioiminen on tärkeää. Vanhemmat käyttäjät tarvitsevat todennäköisesti kattavamman koulutuksen tietotuotteen käyttöön ja myös muutosvastarinta voi olla huomattavankin korkea uusien tietojärjestelmien kohdalla. Tietotuotteen käytössä esimerkiksi työn kirjaus tulisi tapahtua mahdollisimman ohjatusti, jotta virheellisiltä kirjauksilta vältyttäisiin. Pudotusvalikoista valittavat esimerkiksi tarvittavat luokittelut ja viivakoodilla varaosat ja kohteet. Kirjausvaiheen oikeellisuus on erittäin tärkeää, jotta kustannukset ja työt kohdistuvat oikeille töille ja luokille. Tällöin jälkikäteen suoritettava raportointi on huomattavasti tarkempaa. Myös erilaisien analyysien ja ennusteiden suorittaminen on helpompaa.

Myös perinteisemmät käytettävyyden osa-alueet kuten vasteaika ja fyysinen käytettävyys ovat kunnossapidon ympäristössä tärkeitä. Jos vasteajat ovat hitaat, kirjataan töitä väärille kohteille tai ei kirjata töitä ollenkaan. Päätelaitteiden tulee myös kestää likaisis-

sa ja vaihtelevissa olosuhteissa ja tiloissa. Hyvällä käytettävyydellä ja saatavuudella mahdollistetaan reaaliaikaiset ja täten tarkemmat kirjaukset, mitä voidaan hyödyntää välittömästi päätöksenteon tukena.

Analyysimallit - Ramentor

Tietotuotteella tulee olla tehtävä ja tehtävästä tulee selviytyä mahdollisimman vaivattomasti. Tärkeää on, että kirjaus tehdään määrämuotoisesti ja mahdollisimman vähillä napinpainalluksilla. Tärkeää on myös seurata kirjauskäytäntöjen noudattamista. Kirjauskäytäntöjen rikkominen johtuu usein välinpitämättömästä asenteesta tai puutteelliset tiedot omaavasta tietotuotteesta, joka ei ohjaa oikeanlaiseen menettelytapaan.

Teollinen internet - Wapice

Hyvä käytettävyys saavutetaan loppukäyttäjien kattavalla seuraamisella ja tutkimisella. Loppukäyttäjiltä tulee selvittää kuinka ja mitä työtä tehdään. Käytetäänkö esimerkiksi hanskoja ja minkälaisia ovat yleisimmät ja tärkeimmät käyttötapaukset. Erilaiset viivakoodit ja tagit helpottavat kohteen tunnistamista ja nopeuttavat myös esimerkiksi kohdekohtaisten työohjeiden hakua. Nykyään usein koneista ja tehtaista on olemassa 3d-mallit, joita voisi hyödyntää enemmän kunnossapidossa kohteen tai hajonneen osan havainnollistamisessa.

Tyypillisimmät virheet liittyvät työajan kirjaukseen. Käytetystä ajasta kohteessa kirjataan enemmän tai vähemmän kuin todellisuudessa. Myös kaikkia varaosia ei aina kirjata työlle, mikä aiheuttaa suuriakin vaikutuksia liikevaihtoon vuositasona. Virhetasoa ei usein edes tiedetä yrityksissä, minkä seurauksena riski on vieläkin vakavampi.

Liikkuva kenttähuolto - RAY

Kenttäkunnossapidossa erilaisten toiminnanohjausjärjestelmien, tietotuotteiden ja mobiililaitteiden avulla on saavutettu huomattava etu tekemisen ohjaamisessa, raportoinnissa ja esimerkiksi materiaalihallinnassa. Nykyään järjestelmien avulla on pystytty vähentämään turhien käyntien määrää, kun huollettavaa kohdetta pystytään diagnosimaan etänä ja ohjeistamaan toimipaikan henkilökuntaa esimerkiksi laitteen nollauksessa. Erilaisien automaattityyppien määrää on myös pystytty vähentämään, mikä helpottaa ylläpitoa. Nykyiset automaattityypit ovat myös valmistettu hyväksi havaituista osista, mitkä lisäävät toimintavarmuutta.

Mekaaninen kunnossapito - SSAB

Tietotuotteiden tulisi olla käytettävissä kentällä mobiilisti sekä online että offline –tilassa. Tällöin saavutetaan käyttö myös tiloissa, missä ei ole internetyhteyttä. Esimerkiksi varastossa nimikkeiden kuittaus viivakoodien avulla on hyvä pystyä suorittamaan myös offline –tilassa. Tietotuotteen tulee myös ohjata käyttäjää hyvään kirjaustapaan ja varmistaa, että kaikki kentät on täytetty ja raportit kirjoitettu. Keskimääräinen työn kirjaaminen vie 10 - 60 minuuttia riippuen työn sisällöstä, tarvittavien dokumenttien liittämisestä sekä kuinka tarkkaan siihen tehdään kuvaus oireista, korjaustarpeista ja kustannusarvioista.

6.2 Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja - Kohdeyritys

Tietotuotteen suunnitteluun vaikuttavat toimiala ja toiminnan kriittisyys. Onko kyseessä esimerkiksi yhdessä vai kolmessa vuorossa toimiva tuotantolaitos ja kuinka paljon kustannuksia suunnittelemaan seisoski aiheuttaa. Näiden tekijöiden avulla voidaan määrittää kuinka paljon kunnossapitoon tulee panostaa. Usein esimerkiksi prosessityössä vaaditaan hyvinkin korkeaa käyttöastetta kalliin käyttöomaisuuden takia. Täten kunnossapidon tulee toimia tehokkaasti ja työssä käytettäviltä tietotuotteilta vaaditaan enemmän.

Usein kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmätoimituksissa mennään prosessit ja käyttötapaukset edellä ja usein yksittäisen loppukäyttäjän näkökulmaa ei painoteta kovinkaan paljon. Usein tietotuotteet ja raportit luodaan projektin loppuvaiheessa jopa hieman kiireellä. Myös loppukäyttäjää jätetään pois suunnittelupalavereista, mikä voi aiheuttaa puutteita tietotuotteisiin. Ottamalla loppukäyttäjää suunnittelupalavereihin mukaan voitaisiin myös vähentää muutosvastarintaa. Tulee kuitenkin varoa ettei muutosehdotuksia tule liikaa. Vastaan on tullut myös tilanteita, missä tietotuotteeseen tehtyt ominaisuudet, kuten työajan seuranta, ovat aiheuttaneet jatkotoimenpiteitä asiakkaan työsuojelun puolella. Myös tietosuojaan liittyvät haasteet tulee huomioida tietotuotteiden suunnittelussa ja toteutuksessa.

Analyysimallit - Ramentor

Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa asiakasyrityksen tarpeet tulisi olla keskeisimmässä roolissa. Tietotuotteen tulee lähtökohtaisesti tukea asiakkaan toimintaprosesseja. Usein toimintaprosesseja pyritään myös kehittämään, jos tietotuote mahdollistaa tehokkaamman toiminnan. Usein tietotuotteita personoidaan ja räätälöidään juuri asiakkaalle sopivaksi, tämän epäonnistuessa seuraa vääjäämättä ongelmia. Tietotuotteen toteutus edellyttää ymmärrystä, mihin tehtäviin tietotuotetta tullaan käyttämään. Loppukäyttäjän tehtävät ja käyttötapaukset ovat keskeisiä ja näiden tutkimiseen käytettävä aika on tapauskohtaista.

Teollinen internet - Wapice

Usein yksittäinen tietojärjestelmä ei pysty ratkaisemaan ongelmaa, minkä seurauksena käytetään useaa järjestelmää yhtä aikaa. Tärkeää on järjestelmien yhteen sulauttaminen mahdollisimman huomaamattomasti. Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon järjestelmän olevan vain yksi työkalu muiden joukossa, jolla pyritään ratkaisemaan ongelmia. Tulevaisuudessa käyttäjän syötettä tullaan hyödyntämään enemmän, minkä seurauksena ohjelmiston avulla pystytään luomaan jalostetumpi tuki käyttäjälle.

Liikkuva kenttähuolto - RAY

RAY:n tapauksessa tietotuotteiden ja järjestelmien suunnittelussa huomioitiin loppukäyttäjien mielipiteet erittäin tarkasti. Loppukäyttäjiltä selvitettiin minkälaisia ratkaisuja he haluavat, minkälaisia asioita tietotuotteissa ja järjestelmissä tulisi olla ja miten nämä helpottaisivat kunnossapito- ja tukitehtäviä. Asiakkaan tarpeet on huomioitu toimitetuissa ratkaisussa hyvin kattavasti räätälöinnin avulla. Tärkeää toimitusprojektissa kuitenkin on tasapainon löytäminen, ettei projekti veny liiallisten muokkauksien johdosta. Joskus myös asiakkaan ehdottama tapa voi olla huonompi kuin toimittajan ehdotus, minkä seurauksena vuoropuhelun ja iteraatioiden merkitystä ei voi korostaa liikaa.

Mekaaninen kunnossapito - SSAB

Kokemuksen mukaan asiakkaan loppukäyttäjien tehtäviä ja käyttötapauksia tutkitaan hyvin ja kattavasti suunnitteluprosessin aikana. Kokonaisratkaisut myös räätälöidään asiakkaan tarpeen tai määrittelyn mukaan, mikäli se vain on tietotuotteen osalta mahdollista. Suurin ongelma lienee järjestelmien ja tietotuotteiden muokattavuuden haasteellisuudessa. Tietotuotteiden ja kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmien muokkaaminen ja personointi on usein liian kallista tai vie liikaa aikaa. Tietyn tuotteen tai toimittajayrityksen kanssa riittävä personointi voi myös olla miltei mahdotonta.

6.3 Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja - Kohdeyritys

Tietotuotteiden ja kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän yhdistämisellä teolliseen internetiin voidaan saavuttaa reaaliaikaisempaa dataa resursseista ja laitteista, minkä avulla pystymään automatisoimaan toimenpiteitä. Automatisoimalla toimenpiteitä, kuten töiden luonti ja ohjaus oikeille henkilöille, pystytään tehostamaan kunnossapitoa. Kerätyn datan avulla pystytään myös luomaan erilaisia analyyseja, trendejä, ennusteita sekä elinkaaren hallintaa laitteille. Analyysien tekeminen ja vertailu voi joskus olla kuitenkin haastavaa, sillä eri laitteista tuleva data on usein erimuotoista ja tyyppistä.

Suurimmat haasteet analyyssien lisäksi ovat rajapinnoissa, tietoliikenneyhteyksissä ja standardeissa. Myös tietoturva on tärkeässä roolissa, kun puhutaan tuotantolinjojen etä-

ohjauksesta tai muista vastaavista toimenpiteistä. Teollisen internetin implementointi laitokseen, jossa on vanhempi laitekanta, voi olla haastavaa. Sensorien sovittaminen vanhoihin laitoksiin ja tiedonkeruu sensoreista ei ole yhtä vaivatonta kuin uudemmissa laitoksissa. Tässäkin tapauksessa asiakkaan toiminnan laajuus ja kriittisyys vaikuttavat suuresti teollisen internetin käyttöönoton järkevyyteen. Esimerkiksi huoltopalveluliiketoimintaa harjoittavilla yrityksillä teollisen internetin hyödyntäminen on todennäköisesti kannattavampaa toimintaa. Seuraamalla huollettavaa laitekantaa reaaliaikaisesti pystytään ennustamaan ja ohjaamaan huoltotöitä huomattavasti paremmin.

Analyysimallit - Ramentor

Teollisen internetin avulla pystytään keräämään enemmän ja monipuolisempaa dataa analyysien tueksi. Lisäarvoa analyyseistä syntyy kuitenkin vain, jos tiedon tarpeet, tiedonkeruun kohteet ja analyysimenetelmät ovat määritelty riittävän ajoissa tukemaan asiakkaan omia prosesseja. Jos asiakkaalla ei ole selvää näkemystä siitä, mihin tarkoitukseen teollista internetiä heillä tarvitaan, on riskinä hankkia vääriä työkaluja, kerätä hyödytöntä tietoa ja täten tehdä turhaa työtä. Tällaiset huonot kokemukset jarruttavat myös alan yleistä kehitystä.

Teollinen internet - Wapice

Tietotuotteessa olevan tiedon oikeellisuus ja luotettavuus nousevat merkittävästi teollisen internetin avulla. Kun teollisen internetin reaaliaikainen anturitieto saadaan laajasti eri järjestelmien käyttöön, alkaa myös lisäarvo konkretisoitua. Kohteiden anturointi ja mittaaminen nykyisessä mittakaavassa eivät olleet kustannustehokasta vielä muutama vuosi sitten. Kohteista kerättyä dataa hyödynnetään nykyään myös laajemmin yrityksissä eli esimerkiksi kunnossapidossa hyödynnettävää tietoa käytetään myös tuotannon tehokkuuden mittaamisessa. Haasteena tällä hetkellä on löytää verkostossa olevat toimijat teollisen internetin teknologiasta ja ohjelmistoista, joiden kanssa yhdessä luoda teollisen internetin kokonaisratkaisu asiakkaalle. Alan kehityksen ja kustannustehokkuuden nousun ansiosta teollisen internetin sovellutukset ovat saatavilla myös pienille ja keski-suurille yrityksille. Suurimpana haasteena voidaan nähdä toimialaosaamisen löytämisen.

Liikkuva kenttähuolto - RAY

RAY:lla miltei kaikki automaateista ja niiden sisällä olevista toimilaitteista on kiinni tietoverkossa mutta tavoitteena on yhdistää loputkin verkkoon. Koska tietoliikenne sisältää tietoa esimerkiksi rahaliikenteestä, lakikin vaatii RAY:lta korkeaa tietoturvallisuutta. Laitteiden ollessa yhdistettynä tietoverkkoon pystytään seuraamaan reaaliaikaisesti rahaliikennettä, laitteiden nykytilaa ja esimerkiksi selvittämään missä huoltoedustajat sijaitsevat. Uhkapelaamiseen liittyy myös lakeja, kuten mitä tietoja tulee säilyttää ja kuinka pitkään esimerkiksi oikeustilanteita varten. Kun tallennetaan 19 000 automaatin pelitapahtumia ja rahaliikennettä, päästään jopa big datan kaltaiseen dataan.

Mekaaninen kunnossapito - SSAB

Teollisen internetin suurin etu tulee sen mahdollistavien uusien ratkaisujen kautta. Uusien ratkaisujen avulla pystytään parantamaan sekä tuottavuutta että erilaisten tuotteiden kilpailukykyä tulevaisuudessa. Uusia ratkaisuja ja mahdollisuuksia pyritään selvittämään aktiivisesti ja kokonaisvaltaisesti. Näiden ratkaisujen avulla mahdollistetaan oman liiketoiminnan kehittäminen ja toiminnan tehostaminen esimerkiksi kunnossapidon osaluilla. Suurin haaste teollisessa internetissä on pysyä ajan tasalla todella nopeasti muuttuvassa ympäristössä ja siihen liittyvässä muutoksessa. Hyötyjä on jo nähtävissä, mutta niiden hyödyntäjiä on vielä ainakin julkisuudessa vähän.

6.4 Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon

Toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja - Kohdeyritys

Tietotuotteen avulla, joka on yhdistetty laitteisiin, mahdollistetaan parempi kunnossapidon onnistuneisuus oikean ja reaaliaikaisen tiedon avulla. Reaaliaikaisten tietotuotteiden avulla tarkkuus lisääntyy esimerkiksi varastojen saldoissa ja huoltotöissä. Esimerkkinä tulityölupa pystytään hyväksymään vaikkapa taulutietokoneella mobiilisti työkohteessa. Tietotuotteiden avulla saavutetaan myös paperin käytön vähentäminen ja myös todennäköisesti turvallisuuden lisääntyminen kunnossapitotyössä. Pidemmällä aikavälillä kerätyn tiedon avulla ja erilaisten analyysien avulla pystytään luomaan erilaisia vikapuita ja saavutetaan korkeampi taso kunnossapidon oppimiskäyrällä.

Tulevaisuudessa huoltopalveluliiketoiminta tulee todennäköisesti lisääntymään ja erilaisten teollisen internetin sovelluksien myyminen lisäarvopalveluina. Myös kun laitteista tulee yhä älykkäämpiä, ne osaavat diagnosoida itse itsensä ja luoda tarkan huolto-tilauksen. Huoltotilaus lähetetään lähimmälle huoltomiehelle, joka omaa tarvittavat taidot ja varaosat työn suorittamiseen. Ulkoistettaessa tulee kuitenkin aina huomioida siihen liittyvät riskit. Jos esimerkiksi ulkoistetaan laitteen kunnossapito kolmeksi vuodeksi, voi kunnossapitoa suorittava yritys ajaa kyseisen laitteen loppuun tuona aikana säästämällä kunnossapitokustannuksissa. Jos laitetta huollettaisiin itse ajoissa ja ennakoiden voitaisiin kyseistä laitetta käyttää vaikka 5 vuotta ennen laitevaihtoa. Kalliissa laitteissa edellä mainitut tapaukset ovat erittäin merkittäviä. Tämän seurauksena ulkoistamistilanteissa palvelutasosopimukset ja kunnossapidon onnistuneisuuden mittarit ovat erittäin merkittävässä roolissa.

Analyysimallit - Ramentor

Tietotuotteiden avulla pystytään näyttämään nopeasti, mihin työssä tulisi keskittyä ja antaa välineitä ja ohjeita tehtävän hoitamiseen tehokkaasti. Tehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi siirtämällä kokeneen kunnossapitomiehen osaamista uudelle työntekijälle. Analytiikan avulla mahdollistetaan esimerkiksi huolto-ohjelman, varaston ja käyttöpääoman optimoinnin. Näiden avulla asiakkaan toiminta tehostuu ja asiakastyytyväisyys parantuu. Pidemmällä tähtäimellä saadaan apua esimerkiksi tuotteen tai palvelun suunnitteluun ja kustannusten huomioimiseen jo suunnitteluratkaisuja mietittäessä esimerkiksi takuu ja huolto-ohjelmien mitoittamisen yhteydessä.

Teollinen internet - Wapice

Kunnossapidon näkökulmasta teollisen internetin ja tietotuotteiden avulla saavutetaan aito ja oikea tieto arvaamisen sijaan. Ennustamiset perustuvat oikeaan dataan eikä manuaalisiin kirjauksiin. Nykytilan tuntemuksen taso saadaan myös huomattavasti korkeammaksi. Teollisen internetin avulla pystytään seuraamaan asioita, joita ei ole kuviteltu olevan edes mahdollista seurata ja mitata. Tärkeää on, että teollisen internetin avulla kehitetään ja muokataan perinteistä toimintamallia tehokkaampaan suuntaan. Teollisen internetin toimittajayrityksien verkostossa tulisi aktiivisesti yhdessä löytää toimivia konsepteja, joiden avulla toimituskyvykkyyttä saadaan nostettua. Yrityksien tulee tunnistaa, mitkä asiat kannattaa tehdä itse ja minkä keinojen avulla esimerkiksi vienti mahdollistetaan. Valmiiden konseptien ja tuotteiden luominen on tärkeää, jotta toimitusprojekteja saadaan kevyemmiksi.

Liikkuva kenttähuolto - RAY

Kaiken kaikkiaan tietotuotteiden avulla on saavutettu paljon tarkempi käsitys automaattien välisistä tuottavuuseroista. Tietotuotteet kehittävät myös kunnossapidon työtehtävien optimointia ja laitteiden kunnossapidon seuranta on myös huomattavasti helpompaa. Tietotuotteiden ja teollisen internetin avulla pystytään huoltamaan suurtakin laitekantaa kevyemmällä henkilöstöllä ja optimoida esimerkiksi polttoainekustannuksia.

Mekaaninen kunnossapito - SSAB

Kun teollisen internetin avulla kerättyjä tietoja pystytään analysoimaan tarkemmin, tiedon ja tietotuotteiden avulla pystytään kehittämään toimintaa kaikilla tasoilla. Mitä paremmin toimintaa voidaan ohjata ja hallita tietotuotteiden kautta, sitä kustannustehokkaampaa toiminnasta saadaan. Kun toimintaa tehostetaan ja kehitetään, pystytään myös vastaamaan paremmin asiakkaan tai palveluyrityksen tarpeeseen. Tulevaisuuden uudet tekniikat, kuten 3d-tulostus, virtuaaliset ohjeistukset, koneiden ja laitteiden antama lisäinformaatio luovat kaikki osaltaan uudenlaisia mahdollisuuksia liiketoimintaa.

6.5 Empiirinen tietotuotekonsepti

Empiirisessä tietotuotekonseptissa koostetaan kohdeyrityksen, toimittajayrityksien ja asiakasyrityksen haastattelujen tulokset. Tuloksista yhdistetään toistuvat ja tärkeimmät huomiot luoden kattavan kokonaisuuden empiirisen tietotuotekonseptin muodossa.

6.5.1 Tietotuotteen sisältö ja muoto

Tietosisältö

Tietotuotteen tietosisältö tulee olla mahdollisimman kattava mutta kuitenkin suodatettu ja sovitettu kooste käyttäjän tarpeeseen ja toimintaympäristöön. Tietotuotteen tulee ohjata ja tukea käyttäjän jokapäiväistä toimintaa riittävän yksityiskohtaisesti. Esimerkiksi poikkeustilanteissa porautuminen tietoon tulee olla mahdollista. Kunnossapitotyöntekijän tietotuote sisältää useimmiten lyhemmän aikavälin tietoa, mikä käsittelee työntekijän omia töitä ja niihin liittyviä tietoja, kuten työohjeita, varaosia, lupia ja muita huomioita esimerkiksi kohteen huoltohistoriasta. Kunnossapitotyöntekijän ollessa yksi tärkeimpiä tiedon tuottajia tulee tietotuotteen sisältää ohjaava ja motivoiva kirjausmenetelmä. Hyvän kirjausmenetelmän avulla kaikki havainnot saadaan kirjattua systemaattisesti järjestelmään myöhempää käyttöä varten. Systemaattisen keräämisen avulla kirjausdataan perustuvien analyysien tulokset ovat huomattavasti realistisempia ja kattavampia. Johtajan tietotuotteessa käsitellään pidemmän aikavälin tietoa ja käsitellään suurempia ja usein taloudellisesti merkittävämpiä kokonaisuuksia. Johtajaa kiinnostavat yleiskatsaukset ja oman vastualueen poikkeamien seuranta.

Tietosisältöön liittyvät ongelmat koskevat useimmiten olemassa olevan tiedon laatua ja saatavuutta. Tiedon laatuun vaikuttavat inhimilliset virheet sekä tietojärjestelmien liittymä- ja migraatiovirheet. Tietosisällön tulee olla luotettavaa, jotta tietoon perustuvat päätökset olisivat parhaita mahdollisia. Kerätty tieto voi olla myös puutteellista, vaikka tieto absoluuttisesti olisi oikein. Tiedon tulee olla saatavilla ja löydettävissä mahdollisimman kattavasti eri järjestelmistä. Tietosisältö tulee olla myös mahdollisimman reaaliaikaista ja käytössä yhä kattavammin myös mobiilisti. Jalostetun tiedon muodostamisessa tulee käyttää soveltuvia menetelmiä mutta asiantuntijan ymmärrystä ja osaamista ei tule unohtaa. Lisäksi erilaisten optimointityökalujen, kuten reittioptimoinnin merkitys liikkuvassa kunnossapidossa nousee jatkuvasti.

Esitystapa

Kunnossapidon tietotuotteet ovat olleet usein visuaalisesti jäljessä verrattaessa muiden alojen tietotuotteisiin ja tietojärjestelmiin. Puutteet visuaalisuudessa eivät kuitenkaan välttämättä suoraan vähennä käyttäjien tyytyväisyyttä tietotuotteeseen. Jos tietotuotteen avulla saavutetaan todellista hyötyä työntekijälle, on tietotuotteestakin saatu palaute usein parempaa. Tyytymättömyys seuraa usein hitaista vasteajoista tai vääränlaisen ja

hyödyttömän tiedon näyttämisestä käyttäjän tietotuotteessa. Usein tietotuotteita voidaan myös räätälöidä väärään suuntaan yksittäisten käyttäjien pyynnöstä. Tämä taas ei palvele kokonaisuutta.

Kuten tietosisällön tapauksessa, myös tietotuotteen esitystapa tulee suunnitella käyttäjän toimenkuvan, käyttötapauksien ja toimintaympäristön mukaan. Esimerkiksi kentällä liikkuva työntekijä vaatii erilaisen esitystavan, kuin päätelaitteella oleva johtaja toimistossaan. Tärkeää on löytää tasapaino esitettävän tiedon määrässä ja esitystavan visualisoinnissa. Epäoleellinen tieto tulee poistaa tai ainakin piilottaa ja esittää tieto sellaisena relevanttina kokonaisuutena, jonka käyttäjä parhaiten ymmärtää. Lisätyn todellisuuden hyödyntämistä kunnossapidossa on tutkittu mutta vielä nykyisellään teknologia ei ole tarpeeksi kypsää ja helppokäyttöistä. Haasteena lisätyn todellisuuden hyödyntämisessä ovat vaativat kunnossapidon olosuhteet. Tulevaisuudessa teknologian kehittyessä lisättyä todellisuutta tullaan todennäköisesti hyödyntämään jokapäiväisessä tekemisessä esimerkiksi älysuojalasien tai älyvaatteiden muodossa.

Käytettävyys

Kunnossapidon toimintaympäristössä tietotuotteen käytettävyyden huomioiminen on erityisen tärkeää. Päätelaitteiden tulee toimia sekä online että offline-tilassa ja kestää likaisia ja vaihtelevia olosuhteita myös liikkuvassa huoltotyössä. Päätelaitetta voidaan myös joutua käyttämään hanskoilla, mikä tulee huomioida päätelaitteen valinnassa. Tärkeää on selvittää minkälaisia ovat yleisimmät ja tärkeimmät käyttötapaukset, joiden suorittamisesta tietotuotteen avulla tulisi selvitä mahdollisimman vaivattomasti. Tärkeää on huomioida eri käyttäjäryhmät ja yksilöt. Toiset käyttäjät vaativat todennäköisesti kattavamman koulutuksen tietotuotteen käyttöön.

Yksi tärkeimpiä ominaisuuksia tietotuotteessa on kirjaustapahtuman suorittaminen. Kirjaustapahtuma tulee tapahtua mahdollisimman ohjatusti, jotta virheellisiltä kirjauksilta vältyttäisiin. Ohjausta voidaan toteuttaa erilaisten pudotusvalikoiden ja syötetyn tiedon tarkistuksilla. Oikeanlaisilla kirjauksilla kustannukset ja tunnit kohdistuvat oikeille tölle sekä luokittelutekijöille, minkä avulla seurantaraportit ja analyysit ovat lähempänä todellisuutta. Kirjauskäytäntöjen noudattamista tulee seurata kuitenkin myös käytännön tasolla jatkuvasti. Yrityksen on tärkeää tuntea oma virhetaso kirjauksissa. Kuinka moni varaosa jää kirjaamatta tai kohdistetaanko työtunnit todellisen toteuman mukaan. Tämän avulla analyysien tuloksia pystytään hyödyntämään paremmin päätöksenteon tukena.

Käytettävyyden osa-alueiden, kuten vasteaikojen ja läpimenoaikojen lyhentäminen sekä helppokäyttöisyyden lisääminen voivat luoda merkittäviä säästöjä. Työn keskimääräinen kirjausaika voi olla jopa 10 – 60 minuuttia, joten tehokkaalla kirjausmenetelmällä voidaan lisätä työtehokkuutta. Helppokäyttöinen ja responsiivinen tietotuote motivoi myös käyttäjiään kirjaamaan työt paremmin ja kattavammin. Läpimenoaikoja on pystyt-

ty lyhentämään myös hyödyntämällä viivakoodeja ja tageja kohteiden sekä varaosien tunnistamisessa.

6.5.2 Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus

Kunnossapidon tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa asiakasyrityksen toimiala ja toiminnan kriittisyys näyttelee merkittävää roolia. Kuinka arvokasta käyttöomaisuutta tuotantolaitoksella on ja kuinka paljon kustannuksia odottamaton seisokki tai keskeytys tuotannossa aiheuttaa, määrittelevät osaltaan vaatimustasoa ja tarvittavaa panostusta kunnossapitoon ja tietotuotteisiin. Tietotuotteen suunnittelussa on tärkeää selvittää asiakkaan prosessit ja käyttötapaukset tarkasti kuitenkin unohtamatta loppukäyttäjien tarpeita. Usein prosesseja pyritään myös kehittämään ohjelmistoprojektien yhteydessä, mikä osaltaan voi aiheuttaa muutosvastarintaa uusille tietotuotteille ja niiden käyttämiselle. Tärkeää on räätälöidä tietotuotteet loppukäyttäjien käyttötarpeeseen ja jättää personointiominaisuuksia myös loppukäyttäjälle. Liiallinen räätälöinti ei kuitenkaan usein ole ratkaisu ongelmiin. Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa tekniset haasteet ovat myös yleisiä. Useimmiten tietotuotteeseen tuodaan tietoa useasta järjestelmästä, minkä huomaamaton sulauttaminen yhteen näkymään voi olla haastavaa. Rajapinnat ja toimintalogiikat tulee huomioida jo projektin alkuvaiheessa, jotta lopputuloksena on toimiva useaa järjestelmää hyödyntävä tietotuote.

6.5.3 Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin

Teollisen internetin avulla saavutetaan tietotuotteisiin reaaliaikaisempi ja tarkempi data olemassa olevista resursseista ja laitteista. Teollisen internetin avulla pystytään tehostamaan kunnossapitoa esimerkiksi luomalla hälytysrajoja ja automatisoimalla tiettyjä rutiinitoimenpiteitä. Kerätyn datan luotettavuuden nousun myötä myös analyyseista saadaan tarkempia ja realistisempia. Tärkeää on tunnistaa tiedon tarpeet, tiedonkeruun kohteet ja analyysimenetelmät asiakkaan prosesseihin sopiviksi. Mitä laajemmin teollisesta internetistä saatava tieto saadaan eri järjestelmien käyttöön, sitä enemmän tiedosta saadaan konkreettista lisäarvoa.

Suurimmat haasteet ovat standardeissa, erilaisissa rajapinnoissa, tietoliikenneyhteyksissä ja tietoturvassa. Myös tiedon määrän lisääntyessä tiedon varastointi ja analyysit big datan tyyppiselle datalle ovat haasteellisimpia. Tietotuotteen yhdistäminen teollisen internetin järjestelmiin ja laitteisiin vaatii laajaa ja kattavaa osaamista toimittajalta sekä sensoreista että teollisen internetin ohjelmistoalustasta että myös kunnossapidon prosesseista ja toiminnanohjausjärjestelmistä. Täten toimitusprojekteissa todennäköisin vaihtoehto on konseptin luominen toimittajaverkoston sisällä yrityksien välisessä yhteistyössä ja sen edelleenmyynti yhdessä eteenpäin asiakkaalle.

6.5.4 Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon

Reaaliaikaisesti laitteisiin yhdistetyn tietotuotteen avulla, mikä hyödyntää järjestelmissä olevaa historiatietoa, pystytään kehittämään kunnossapitoa. Tietotuotteiden avulla pystytään osoittamaan mihin työssä tulisi keskittyä ja miten eri tehtävät tulee suorittaa. Kunnossapidon tehokkuutta voidaan nostaa esimerkiksi siirtämällä kokeneen kunnossapitomiehen osaamista uudelle työntekijälle. Analytiikan avulla saavutetaan optimointi huolto-ohjelmiin, varastotasoihin ja käyttöpääomaan. Kunnossapitoa harjoittavien yritysten ja osastojen tulee myös pyrkiä kehittämään toimintaa jatkuvasti tehokkaampaan suuntaan saatavilla olevan teknologian ja esimerkiksi tietotuotteiden avulla.

Kaiken kaikkiaan erilaisten toiminnanohjausjärjestelmien, tietotuotteiden ja mobiililaitteiden avulla pystytään saavuttamaan huomattavaa etua tekemisen ohjaamisessa, raportoinnissa ja muissa tärkeissä toiminnoissa. Kehittyneiden teknologioiden avulla pystytään vähentämään ylimääräisten huoltojen määrää ja esimerkiksi etädiagnosointi monella laitoksella on arkipäivää. Yrityksien tulee kuitenkin muistaa, että määräaikaishuoltoja ei voida laiminlyödä hyvinkin yksityiskohtaisesta ja reaaliaikaisesta seurannasta huolimatta. Huoltopalveluliiketoimintaa harjoittavilla yrityksillä teollisen internetin ja tietotuotteiden avulla pystytään todennäköisesti kehittämään työn tehokkuutta ja täten yrityksen kannattavuutta. Seuraamalla huollettavaa laitekantaa reaaliaikaisesti etänä, pystytään ennustamaan ja ohjaamaan huoltotöitä huomattavasti paremmin. Myös uusien ratkaisujen ja lisäarvopalveluiden, kuten seurantapalveluiden myyminen asiakkaalle mahdollistaa lisää liikevaihtoa teollisen internetin ja tietotuotteiden avulla.

7. POHDINTA

Luvussa kootaan yhteen tutkimuksen lopullinen tietotuotekonsepti työssä esitellyn teorian ja empirian tulosten pohjalta. Tietotuotekonsepti luodaan yhdistämällä teoreettisen ja empiirisen tietotuotekonseptin havaintoja ja tuloksia. Tulokset on koottu yhteen niiden esiintymisen mukaan sekä kirjallisuudessa että empiriassa. Sekä kirjallisuudessa että empiriassa esiintyvä tulos saa suuremman painoarvon. Lopullisen tietotuotekonseptin tulokset esitellään samojen osa-alueiden avulla, kuten teoreettisen ja empiirisen tietotuotekonseptien yhteydessä.

7.1 Tietotuotteen sisältö ja muoto

Lopullisen tietotuotekonseptin sisältö ja muoto on jaettu kolmeen osa-alueeseen. Osa-alueet ovat tietotuotteen tietosisältö, esitystapa ja käytettävyys. Jakamalla tietotuotteen sisältö ja muoto näihin osa-alueisiin kirjallisuuden ja empirian huomioidaan pystytään esittämään mahdollisimman kattavasti ja havainnollisesti.

7.1.1 Tietosisältö

Tietotuotteen tietosisällön tärkeimmät ominaisuudet on esitetty taulukossa 9. Ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty käsiteltävät ominaisuudet ja toisessa sekä kolmannessa sarakkeessa käsitellään onko ominaisuus esiintynyt tutkimuksessa käytetyssä kirjallisuudessa ja empiriassa.

Taulukko 9. Tietotuotteen tietosisällön tärkeimmät ominaisuudet

Tietotuotteen tietosisällön ominaisuus	Kirjallisuus	Empiria
Tieto on tarpeellista ja omaa suuren informaatioarvon käyttäjälle	x	x
Tieto räätälöidään käyttäjän ja roolin mukaan	x	x
Tietomäärän rajoittaminen ja porautuminen poikkeustilanteissa	x	x
Tiedon luotettavuus	x	x
Tiedon reaaliaikaisuus ja ajankohtaisuus	x	x
Tiedon saatavuus	x	x
Riittävän jalostettu tieto	x	x
Tiedon jaottelu yleisien mittaristojen avulla	x	
Ohjaava ja tarkistava töiden kirjausmenetelmä		x

Tietotuotteen tietosisällön tulisi olla tarpeellista ja omata mahdollisimman suuri informaatioarvo käyttäjälle. Käyttäjän tulisi saada konkreettista hyötyä tietotuotteen käytöstä

tehostaen jokapäiväistä työtä ja kehittää päätöksentekoa. Tietotuotteen tietosisältö tulisi räätälöidä käyttäjän mukaan. Tietosisältö tulee olla erilaista verratessa esimerkiksi operatiivista, taktista ja strategista tietotuotetta. Tietotuotteen tietosisällön aikatasot vaihtelevat ja niiden pohjalta tehtävien päätöksien merkittävyydet vaihtelevat huomattavasti. Tietotuote voi toimia työohjeena tai pelkkänä päätöksenteon tukena. Tietosisältö voi koostua taloudellisista luvuista tai esimerkiksi työmääristä. Tietotuotteessa kerralla näytettävän tiedon määrä tulisi selvittää käyttäjäkohtaisesti. Näytettävän ja ymmärrettävän tiedon määrä vaihtelee käyttäjittäin ja toimialoittain. Käyttäjän ikä ja toimintaympäristö määrittelevät osaltaan näytettävissä olevan tiedon optimaalista tasoa. Kuitenkin vaikka tietoa näytettäisiin kerralla vähemmän, tulee tietoon porautuminen olla mahdollista.

Kolme erittäin tärkeää ominaisuutta tietotuotteen sisällössä koskevat luotettavuutta, reaaliaikaisuutta ja saatavuutta. Tiedon tulee olla luotettavaa, sillä tietoon perustuen tehdään hyvinkin merkittäviä päätöksiä. Epäluotettavalla ja väärällä tiedolla voi olla vakavia seurauksia myös taloudellisesti. Virheet seuraavat usein inhimillisistä virheistä ja laiminlyönneistä. Vaikka tieto olisi oikeellista se saattaa kuitenkin olla puutteellista. Luotettavuuden parantaminen saavutetaan ohjeistuksella, masterdatan hallinnalla ja jatkuvalle seurannalle ja kehittämiselle. Tiedon reaaliaikaisuudella ja ajankohtaisuudella tarkoitetaan, että päätöksenteon tukena oleva tieto vastaa mahdollisimman paljon nykytilaa ja se on relevanttia tiedon käyttäjälle. Tämä saavutetaan esimerkiksi teollisen internetin anturidatalla ja nykyaikaisilla tiedonhallinnan järjestelmillä. Tietotuotteessa näytettävää tietoa tulee myös suodattaa siten, että käyttäjälle näytetään vain tuoreinta ja relevantteinta tietoa. Tietotuotteen ja tietotuotteessa olevan tiedon tulee olla saatavaa kohtuullisella ajalla ja vaivalla. Nykyään myös yhä enemmän tietoa vaaditaan mobiilissa toimiviin tietotuotteisiin, joiden oletetaan toimivan hetkellisesti myös ilman tietoliikenneyhteyttä esimerkiksi kenttähuollossa.

Tietotuotteessa oleva tieto on sitä arvokkaampaa käyttäjälleen, mitä enemmän tietoa on pystytty jalostamaan. Tietoa pyritään jalostamaan erilaisien analyysien avulla kuitenkin unohtamatta asiantuntijoiden ja työntekijöiden tietämystä ja näkemystä. Jalostunutta tietoa saadaan myös erilaisten optimointityökalujen, kuten reittioptimointityökalujen avulla. Tieto tulisi myös jäsenellä ja laskea mielellään yleisien tunnettujen mittaristojen, kuten RAMS-mittaristojen avulla. Hyödyntämällä yleisiä mittaristoja saavutetaan vertailtavuus muihin alalla toimiviin yrityksiin.

Tietotuotteissa ja kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmissä olevasta tiedosta suuri osa on työntekijöiden omiin kirjauksiin perustuvaa tietoa. Täten erilaiset analyysit ja raportit perustuvat inhimillisiin kirjauksiin. Jotta tieto olisi mahdollisimman luotettavaa, tulee töiden kirjausmenetelmä suunnitella hyvin. Hyvä töiden kirjausmenetelmä motivoi ja ohjaa käyttäjää esimerkiksi vaiheiden avulla kirjausprosessissa. Suurin osa tiedon kirjaamisesta tulisi tehdä esimerkiksi pudotusvalikoiden kautta, jotta luokittelu ja raportointi jälkikäteen olisivat tarkempia. Tarkistusmenetelmän tulisi myös tarkistaa syötettyjä arvoja olematta kuitenkaan liian rajoittava ja vaikeakäyttöinen kirjaamisessa.

7.1.2 Esitystapa

Tietotuotteen esitystavassa tärkeimmät huomiot on esitetty taulukossa 10. Ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty tärkeimmät huomiot ja toisessa sekä kolmannessa käsitellään onko huomio esiintynyt tutkimuksessa käytetyssä kirjallisuudessa ja empiriassa.

Taulukko 10. *Tietotuotteen esitystavan tärkeimmät huomiot*

Tietotuotteen esitystavan huomiot	Kirjallisuus	Empiria
Tiedon esittäminen mahdollisimman helposti ja riittävän kattavasti	x	x
Hyvä esitystapa motivoi käyttäjiä parempaan työhön ja kirjauksiin	x	x
Kaikki ylimääräinen tieto tulee poistaa tai piilottaa	x	x
Tasapainon löytäminen visualisointiin liittyvissä valinnoissa	x	x
Käyttäjakohtainen räätälöinti	x	x
Itsepalveluperiaatteella toimivat raportit	x	x
Personoitavat dashboardit	x	x
Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen	x	x

Tietotuotteeseen kerätyn tiedon hahmottaminen tulisi olla mahdollisimman nopeaa sekä riittävän tarkkaa. Nopeamman hahmottamisen avulla pystytään säästämään työaikaa ja virheellisiltä päätöksiltä välttämään, kun tietoa pystytään tulkitsemaan oikein. Hyvä esitystapa motivoi myös käyttäjiään parempiin kirjauksiin ja tätä kautta parempaan työnteokoon. Hyvän esitystavan omaava tietotuote saa useammin myös parempaa palautetta käyttäjiltään. Hyvä esitystapa saavutetaan piilottamalla ylimääräinen tieto ja korostamalla käyttäjälle tärkeimpiä ja hyödyllisimpiä tietoja. Hyvää esitysmuotoa suunniteltaessa tulee huomioida käyttäjien väliset erot ja ominaisuudet. Visualisoinnissa tasapaino löytyy erilaisten mittareiden ja graafien väliltä. Liiallista värien käyttöä tulee välttää.

Kuten tietosisällön kohdalla, myös esitystavan osalta räätälöinti käyttäjien välillä on hyvin oleellista. Johtaja ja kunnossapitotyöntekijä tarvitsevat erilaiset käyttöliittymät tietotuotteeseen. Eroja löytyy myös kunnossapitotyöntekijöiden välillä riippuen onko kyse esimerkiksi liikkuvasta kenttäkunnossapidosta vai staattisesta mekaanisesta kunnossapidosta. Yksittäinen henkilökä voi tarvita työssään useita erilaisia tietotuotteita. Räätälöinti voi olla hidasta ja resursseja kuluttavaa, minkä seurauksena oikea räätälöinnin määrän löytäminen on tärkeää. Tämän seurauksena esimerkiksi itsepalveluperiaatteella toimivat raportointityökalut ovat yleistyneet. Yleisimmät raportit kannattaa kuitenkin luoda etukäteen, vaikka osa raporteista tehtäisiinkin vasta tarpeen ilmaantuessa.

Älylasien ja lisätyn todellisuuden hyödyntäminen kunnossapidossa on tutkimushetkellä vielä enemmän konsepti- ja ideatasolla. Lisätyn todellisuuden hyödyntämisen haasteena ovat vaativat olosuhteet ja teknologian kypsyttömyys ja herkkyys. Teknologia on nykyisellään myös hieman liian kallista suhteessa saatuun hyötyyn. Lisätyn todellisuuden tuomiin etuihin kuitenkin uskotaan ja ollaan valmiita investoimaan.

7.1.3 Käytettävyys

Tietotuotteen käytettävyydessä tärkeimmät tekijät on esitetty taulukossa 11. Ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty tärkeimmät tekijät ja toisessa sekä kolmannessa käsitellään onko tekijä esiintynyt tutkimuksessa käytetyssä kirjallisuudessa ja empiriassa.

Taulukko 11. Tietotuotteen käytettävyyden tärkeimmät tekijät

Tietotuotteen käytettävyyden tekijät	Kirjallisuus	Empiria
Tietotuote selviytyy vaivattomasti ja nopeasti asetetusta tilanteesta	x	x
Nopeat vasteajat ja käyttövarmuus	x	x
Likaiset ja meluisat käyttöolosuhteet	x	x
Tagien ja viivakoodien hyödyntäminen	x	x
Hyvän kirjausmenetelmän hyödyntäminen	x	x

Tietotuotteen tulee selviytyä mahdollisimman vaivattomasti ja nopeasti sille suunnitelluista käyttötilanteista. Lisääntynyt tietomäärä asettaa haasteita halutun käytettävyyden saavuttamisessa. Hyvä käytettävyys saavutetaan käytännössä vain ottamalla loppukäyttäjät mukaan suunnittelu ja toteutusvaiheeseen. Hyvän käytettävyyden omaavalla tietotuotteella saavutetaan paremmat ja laadukkaammat kirjaukset. Myös kun kirjaamisiin kuluu vähemmän työaika, jää ydinosaamiseen enemmän työaika. Kentällä liikkussa tietotuotteen nopeat vasteajat ja toimivuus myös huonompien tietoliikenneyhteyksien alueilla on ensiarvoisen tärkeää. Työohjeiden lataaminen ja töiden kirjaus tulee olla mahdollista, jotta työtä voidaan tehdä. Esimerkiksi kunnossapitomiehen päivän töiden lataaminen päätelaitteeseen etukäteen taustalla ja suoritettujen kirjauksien lähettäminen taustajärjestelmään myöhemmin ovat vaihtoehtoja, joilla saavutetaan parempi käytettävyys liikkuvassa kunnossapidossa.

Käsitellessä kunnossapidon eli fyysisen työn apuvälinettä, tarvitaan myös käytettävältä päätelaitteelta enemmän. Päätelaitteen pitää kestää enemmän kulutusta, likaisia olosuhteita ja kosteutta. Päätelaitteessa tulee olla myös hyvä akkukesto ja sitä tulee pystyä käyttämään esimerkiksi hanskat kädessä. Myös teknisemmät asiat kuten näytön kirkkaus ja luettavuus tulevat olla riittävät. Päätelaitteen ja tietotuotteen käytettävyyttä voidaan kehittää hyödyntämällä esimerkiksi viivakoodeja ja NFC-tageja, joiden avulla kohteiden ja varaosien tunnistaminen helpottuu ja virhetilanteet vähenevät. Hyvällä käytettävyydellä ja oikein suunnittelulla sekä toteutetulla tietotuotteella saavutetaan paremmat kirjaukset. Ylimääräisten napinpainalluksien poistamisella, pudotusvalikoiden hyödyntämisellä ja syötetyn tiedon tarkistuksilla saavutetaan sekä hyvää käytettävyyttä että parempaa käyttäjäpalautetta mutta myös tietotuotteen ja kerätyn tiedon luotettavuuden tason nousua.

7.2 Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus

Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa tärkeimmät tekijät on esitetty taulukossa 12. Ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty tärkeimmät tekijät ja toisessa sekä kolmannessa käsitellään onko tekijä esiintynyt tutkimuksen kirjallisuudessa ja empiriassa.

Taulukko 12. Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät

Suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät	Kirjallisuus	Empiria
Loppukäyttäjien osallistuminen tietotuotteen suunnitteluun ja toteutukseen	x	x
Tietoturvallisuuden huomioiminen	x	x
Jatkuva seuranta ja kehittäminen	x	x
Ylimmän johdon tuki	x	
Toimiala- ja prosessiosaaminen	x	
Tekninen osaaminen ja arkkitehtuurin suunnittelu	x	

Tietotuotteen suunnittelussa on tärkeää loppukäyttäjien osallistuttaminen jo projektin alkuvaiheessa. Loppukäyttäjiltä pystytään keräämään tarkkaa tietoa eri käyttötapauksista ja tarpeista esimerkiksi tietotuotteen käytettävyyteen tai esitystapaan liittyen. Ottamalla loppukäyttäjät mukaan suunnitteluun projektin alkuvaiheessa säästytään usein myös vähemmillä iteraatiokierroksilla. Tietotuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa tietoturvallisuuden merkitys on lisääntynyt tiedon saatavuuden kasvaessa. Nykyään päätelaitteissa olevan tietotuotteen avulla pystytään saavuttamaan mittava määrä myös arkaluonteista tietoa esimerkiksi huoltopalveluyhtiön asiakkaista. Teollisen internetin sovellutuksissa myös etäohjauksen mahdollistavat tietotuotteet ovat riskejä väärin käsiin joutuessaan. Tietoturvallisuutta pystytään kehittämään muun muassa parempien käyttäjätunnistusmenetelmien avulla. Nykyään mobiililaitteistakin löytyvät sormenjälki-, iiris-, ja puheentunnistusmenetelmät ovat vaihtoehtoja myös kunnossapidon tietotuotteisiin. Valinnassa tulee edelleen kuitenkin huomioida myös käytettävyys esimerkiksi hanskat kädessä.

Tietotuotteen suunnittelun ja toteutuksen onnistumisessa yksi tärkeimmistä syistä on kuitenkin edelleen ylimmän johdon tuki. Ylimmän johdon tulee olla kiinnostunut projektista ja tarjota riittävät resurssit ja jalkauttaa projektia läpi organisaation. Tietotuotteen toteutuksen jälkeen tietotuotetta tulee myös seurata ja kehittää jatkuvasti, jotta saavutetaan todellista jatkuvaa hyötyä yritykselle. Onnistuneen tietotuotteen toteuttamisessa tarvitaan ennen kaikkea tietoteknistä osaamista mutta myös toimialan ja prosessien tuntemusta. Tuntemalla asiakkaan alaa ja käyttötarkoitusta pystytään todennäköisesti luomaan parempi tietotuote. Hyvän tietotuotteen toteuttaminen vaatii hyvän johtajuuden lisäksi myös osaamista tiedon keräämisestä ja yhdistämisestä. Erityyppistä ja -muotoista tietoa yhdistetään useista eri lähteistä, mikä vaatii usein myös ETL-toiminnallisuuksia.

7.3 Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin

Tietotuotteen teolliseen internetiin yhdistämisessä huomioitavat tekijät on esitetty taulukossa 13. Ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty tärkeimmät tekijät ja toisessa sekä kolmannessa sarakkeessa käsitellään onko tekijä esiintynyt tutkimuksessa käytetyssä kirjallisuudessa ja empiriassa.

Taulukko 13. *Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin*

Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin	Kirjallisuus	Empiria
Loppukäyttäjän näkökulma kokonaisuuden suunnittelussa	x	
Standardien hyödyntäminen ja noudattaminen	x	
Big datan tyyppiseen tietoon valmistautuminen	x	
Reaaliaikaisempi, tarkempi ja luotettavampi data resursseista ja laitteista	x	x

Mitä monimutkaisemmasta ja laajemmasta kokonaisuudesta on kyse, sitä tärkeämpää on tietotuotteen suunnittelun aloittaminen loppukäyttäjien kanssa jo projektin alkuvaiheessa. Esimerkiksi teollisen internetin ympäristössä projektin alkuvaiheessa pystytään vielä vaikuttamaan mitä ja minkälaisia sensoreita sekä antureita tullaan hankkimaan ja asentamaan laitteisiin. Kokonaisuutta tulee lähteä suunnittelemaan loppukäyttäjän näkökulmasta. Mitä tietoa käyttäjä tarvitsee työssään ja päätöksenteon tukena. Tuntemalla tietotarpeet voidaan tarvittavat analyysit ja raportointidimensiot määritellä oikein jo projektin alkuvaiheessa. Tärkeää on myös viedä teollisesta internetistä saatava data mahdollisimman monen eri järjestelmän käyttöön. Kun tieto pystytään integroimaan mahdollisimman monen järjestelmän käyttöön, saadaan lopputuloksena jalostetumpaa tietoa päätöksen- ja työnteon tueksi.

Teollisen internetin ollessa vielä suhteellisen nuori ilmiö kannattaa sovellutuksissa hyödyntää yleisimpiä alan standardeja. Kun kokonaisuus suunnitellaan teollisen internetin yleisien standardien mukaan, saavutetaan tulevaisuudessa todennäköisesti parempi yhteensopivuus uusiin järjestelmiin, analyysimalleihin ja laitteisiin. Toinen huomioitava tekijä on valtava tietomäärän kasvu. Big data tyyppisen tiedon hallinta tarvitsee huomattavasti enemmän tallennustilaa, laskentatehoa ja uusia menetelmiä tiedon viemiseen tietotuotteisiin ja muiden järjestelmien käyttöön. Analyyseissa edes OLAP-kuutioita tehokkaammat muistinvaraiset kuutiot eivät välttämättä ole enää riittävän suorituskykyisiä. Tiedon reaaliaikainen saatavuus on tärkeää, jotta teollisesta internetistä saadaan irti maksimihyöty. Reaaliaikaisen tiedon avulla saavutetaan tarkempi ja luotettavampi data resursseista ja laitteista.

7.4 Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon

Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon on esitetty taulukossa 14. Ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty tärkeimmät vaikutukset ja toisessa sekä kolmannessa sarakkeessa käsitellään onko vaikutus esiintynyt tutkimuksessa käytetyssä kirjallisuudessa ja empiiriassa.

Taulukko 14. *Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon*

Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon	Kirjallisuus	Empiria
Kattavampi tietämys laitteiden ja resurssien nykytilasta	x	x
Hälytysrajojen ja automatisointien suorittaminen	x	x
Proaktiivisen toiminnan lisääminen	x	
Päätöksenteon, suunnittelun ja strategiatyön kehitys ja tehostuminen	x	
Ylimääräisten raporttien ja huoltotöiden poistaminen	x	
Lisätty todellisuus mahdollistaa virtuaaliset koulutustilanteet	x	x
Kokeneen kunnossapitomiehen tietämystä voidaan siirtää uudelle työntekijälle		x
Lisäarvopalveluiden myynti		x

Tietotuotteiden ja teollisen internetin avulla saavutetaan parempi tietämys laitteiden nykytilasta. Kerätyn tiedon avulla pystytään nopeuttamaan ja automatisoimaan kunnossapidon toimenpiteitä analyysien ja ennusteiden avulla. Laitteiden lisäksi myös henkilöresurssien ja ryhmien tehokkuuden vertailtavuus lisääntyy oikeanlaisten tietotuotteiden ja kirjausmenetelmien avulla. Teollisen internetin ja tietotuotteiden avulla pystytään myös luomaan hälytysrajoja ja automatisoimaan tiettyjä rutiinitoimenpiteitä. Näiden avulla pystytään vähentämään perinteisiä fyysisiä tarkistuskierroksia. Tietotuotteiden avulla voidaan pystyä kääntämään passiivinen ja reaktiivinen kunnossapito enemmän proaktiiviseksi toiminnaksi. Tietotuotteisiin ja teolliseen internetiin suoritettavat panostukset voivat realisoituvat yritykselle juuri proaktiivisen kunnossapidon kautta. Proaktiivinen kunnossapito on useimmiten kustannustehokkaampaa ja täten yrityksen kunnossapidon kannattavuus nousee.

Tietotuotteiden avulla pystytään saavuttamaan operatiivisen päätöksenteon, liiketoiminnan suunnittelun ja strategiatyön kehitys ja tehostuminen. Tietotuotteiden avulla pystytään poistamaan ylimääräisiä ja toistuvia käyttäjäkohtaisia raportteja. Myös ylimääräiset huoltotyöt vähenevät kehittyneemmän diagnosoinnin seurauksena. Lisäksi huoltoajat lyhenevät esimerkiksi tehokkaamman huoltoresurssien hyödyntämisen ja reittioptimoinnin seurauksena. Myös kun odottamattomat seisokit vähenevät yrityksen tuotantomäärät voivat nousta. Lisätty todellisuus mahdollistaa myös virtuaaliset koulutus- ja harjoittelutilanteet.

Kokeneen kunnossapitomiehen osaamista voidaan siirtää myös uudelle työntekijälle kehittyneiden tietotuotteiden avulla. Kaiken kaikkiaan tekemisen ja töiden ohjaaminen, raportointi ja muut tärkeät toiminnot saavuttavat huomattavaa etua kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmien, tietotuotteiden ja mobiililaitteiden avulla. Tietotuotteet ja teollinen internet mahdollistavat myös uusien lisäarvopalveluiden myymisen asiakkaille.

8. PÄÄTELMÄT

Luvussa esitetään tutkimuksen päätelmät. Luku on jaettu tutkimuksen yhteenvetoon, työn onnistuneisuuden arviointiin sekä jatkotutkimusmahdollisuuksiin. Tutkimuksen tärkeimmät tulokset ovat havainnollistettu taulukoissa 15 ja 16.

8.1 Tutkimuksen yhteenveto

Koneellistumisen ja automaation myötä sitoutunut pääoma laitteissa ja tuotantolaitoksissa on lisääntynyt. Tämän seurauksena tehokas kunnossapidon ohjaus ja hallinta ovat elintärkeitä kannattavan liiketoiminnan ja laitteiden hyvän toimintavarmuuden saavuttamisessa. Kunnossapidon hallinnassa kustannuksia pyritään minimoimaan tehokkaalla töiden ja resurssien ohjauksella tavoitellen mahdollisimman korkeaa käyttöastetta. Kunnossapidon prosesseja ohjataan usein erilaisten kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmien ja tietotuotteiden avulla. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän avulla pystytään keräämään huoltotoimenpiteeseen vaadittavat tekijät yhteen työn tehokkaan suorittamisen mahdollistamiseksi. Tietotuotteen avulla toiminnanohjausjärjestelmään kerättyä tietoa kustannuksista, töistä, ohjeista, luvista ja varaosista voidaan esittää käyttäjälle helpommin luettavissa muodossa.

Toiminnanohjausjärjestelmissä tieto voi olla sirpaloitunutta ja liian hankalasti luettavissa olevaa jokapäiväiseen kunnossapitotyöhön. Tämän seurauksena tietotuotteita käytetään työn ja päätöksenteon tukena helpottamaan ja tehostamaan työntekoa. Teollisen internetin ympäristössä tietotuotteet sisältävät toiminnanohjausjärjestelmien ja analyysimallien lisäksi myös tietoa suoraan laitteiden antureista mahdollisimman reaaliaikaisesti. Tietotuote on yksinkertaisuudessaan reitti käyttäjän ja teollisen internetin laitteiden ja järjestelmien välillä. Muodoltaan tietotuote voi olla miltei mitä tahansa ja se on aina räätälöity käyttäjän rooliin ja työnkuvaan nähden. Tietotuotteen tavoitteena on kerätä kaikista osa-alueista tärkeimmät ja tarpeelliset tiedot käyttäjän työn tehostamiseksi ja päätöksenteon tueksi.

Aikaisemmin kunnossapito on nähty olevan vain kustannuserä yrityksille. Nykyään kuitenkin teknologian kehittyessä ja liiketoiminnan muuttuessa enemmän palveluperusteiseksi on kunnossapidon merkitys yrityksissä korostunut. Keräämällä kunnossapidosta kattavasti ja systemaattisesti tietoa pystytään erilaisien analyysi- ja ennustemallien avulla ennustamaan laitteiden elinkaarta ja optimoimaan huoltojen ajankohtia. Proaktiivisella toiminnalla esimerkiksi välilliset menetykset tuotannossa suunnittelemattomien seisojien takia kehittävät yrityksen tulosta. Teollisen internetin avulla laitteen nykytilan tuntemus on myös korkeammalla tasolla ja etädiagnosointi esimerkiksi kenttähuollossa

ja huoltopalveluliiketoimintaa harjoittavissa yrityksissä voi auttaa vähentämään kustannuksia. Tietotuotteiden nähdään olevan teollisen internetin rinnalla hyvä lisäarvopalvelu, jota voidaan myydä asiakkaille. Paremman seurannan ja monitoroinnin avulla saavutetaan myös usein turvallisempi toiminta ja pystytään seuraamaan kunnossapidolle asetettuja tavoitteita, kuten tuotantolinjan energia- ja tuotantotehokkuutta eli OEE:ta.

Työn päätutkimuskysymyksenä oli selvittää, minkälainen kunnossapidon tietotuote palvelee sen käyttäjiä parhaiten teollisen internetin ympäristössä. Tutkimuksen alatutkimuskysymyksien avulla pyrittiin selvittämään, miten tällaisen tietotuotteen avulla pystytään vaikuttamaan yrityksen kunnossapitoon ja miten tällainen tietotuote palvelee päätöksenteon ja työnteon tukena sekä johtajan että kunnossapitotyöntekijän näkökulmasta. Tutkimuskysymyksiin vastattiin sekä kirjallisuuden että empirian avulla. Työssä tietotuotekonsepti luotiin teoreettisen tietotuotekonseptin ja empiirisen tietotuotekonseptin pohjalta.

Teoreettinen tietotuotekonsepti luotiin kirjallisuuskatsauksen avulla ja empiirinen tietotuotekonsepti suoritettujen haastattelujen avulla. Kirjallisuuskatsauksen aineisto kerättiin tieteellisistä hakukirjastoista painottaen uudempia julkaisuja. Empiirisen osan haastattelut toteutettiin kolmen sidosryhmän avulla. Sidosryhmiin kuuluivat kohdeyrityksen lisäksi toimittajayritykset, jotka antoivat vastaukset teollisen internetin ja analyysimallien näkökulmasta. Kohdeyrityksestä haastateltiin sekä ylemmän johdon henkilöä että teknistä konsulttia. Kolmantena sidosryhmänä toimivat asiakasyritykset, jotka pystyivät antamaan kunnossapidon loppukäyttäjän näkökulman tutkimukselle sekä mekaanisen kunnossapidon että liikkuvan kenttähuollon puolelta.

Tärkein tulos kohdeyritykselle ja samalla tutkimukselle on lopullinen tietotuotekonsepti. Lopullisessa tietotuotekonseptissa yhdistettiin teoriassa ja empiriassa esiintyneet havainnot ja tulokset. Tulokset jaettiin neljään alueeseen: tietotuotteen sisältö ja muoto, tietotuotteen suunnittelu ja toteutus, tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin sekä tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon. Tietotuotteen sisällön ja muodon tärkeimmät tulokset ovat esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15. Tietotuotteen sisällön ja muodon tärkeimmät tulokset

Tietosisältö	Tieto on jalostettua, tarpeellista ja omaa suuren informaatioarvon käyttäjälle
	Tieto räätälöidään käyttäjän ja roolin mukaan
	Tietomäärän rajoittaminen, porautuminen poikkeustilanteissa
	Tiedon luotettavuus, reaaliaikaisuus ja saatavuus
	Tiedon jaottelu yleisien mittaristojen avulla
	Ohjaava ja tarkistava töiden kirjausmenetelmä
Esitystapa	Tiedon esittäminen mahdollisimman helposti ja riittävän kattavasti
	Hyvä esitystapa motivoi käyttäjiä parempaan työhön ja kirjauksiin
	Kaikki ylimääräinen tieto tulee poistaa tai piilottaa
	Tasapaino visualisoinnissa ja käyttäjäkohtaisessa räätälöinnissä
	Itsepalveluperiaatteella toimivat raportit, personointi
	Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen
Käytettävyys	Tietotuote selviytyy vaivattomasti ja nopeasti asetetusta tilanteesta
	Nopeat vasteajat ja käyttövarmuus
	Likaiset ja meluisat käyttöolosuhteet
	Tagien ja viivakoodien hyödyntäminen
	Hyvän kirjausmenetelmän hyödyntäminen

Tulokset pyrittiin järjestämään tärkeys- ja merkittävyysjärjestykseen niiden esiintyvyyden mukaan kirjallisuudessa ja empiriassa. Tietotuotteen sisältö ja muoto jaettiin vielä kolmeen osa-alueeseen: tietosisältö, esitystapa ja käytettävyys. Tietosisällössä tärkeimmiksi tuloksiksi nousivat tietotuotteen tiedon jalostuneisuus, tarpeellisuus ja suuri informaatioarvo käyttäjälle sekä tiedon räätälöinti käyttäjän roolin mukaan. Myös tietomäärän rajoittaminen, luotettavuus, reaaliaikaisuus ja saatavuus olivat tärkeitä.

Esitystavassa tärkeää oli tiedon esittäminen mahdollisimman helposti mutta kuitenkin riittävän kattavasti. Hyvä esitystapa motivoi myös käyttäjiään parempiin kirjauksiin ja työhön. Esitystavassa tärkeää on piilottaa kaikki ylimääräinen tieto ja tasapainotta visualisoinnin ja räätälöinnin taso. Myös itsepalveluperiaatteella toimivat raportit ja lisätyn todellisuuden hyödyntäminen kunnossapidon toimialalla ovat yleistymässä.

Käytettävyyden osalta kunnossapidon tietotuotteen tulee selviytyä vaivattomasti ja nopeasti sille asetetuista tilanteista. Nopeat vasteajat, käyttövarmuus ja toimivuus myös haastavissa olosuhteissa nousivat esille. Tagien ja viivakoodien ja käytettävyydeltään hyvän tietotuotteen avulla myös kirjaukset ovat laadukkaampia.

Tietotuotekonseptin tärkeimmät tulokset muilta alueilta: suunnittelu ja toteutus, yhdistäminen teolliseen internetiin ja vaikutukset kunnossapitoon ovat esitelty taulukossa 16.

Taulukko 16. Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus, yhdistäminen teolliseen internetiin ja vaikutukset kunnossapitoon

Suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät	Loppukäyttäjien osallistuminen tietotuotteen suunnitteluun ja toteutukseen
	Tietoturvallisuuden huomioiminen
	Jatkuva seuranta ja kehittäminen
	Ylimmän johdon tuki
	Toimiala- ja prosessiosaaminen
	Tekninen osaaminen ja arkkitehtuurin suunnittelu
Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin	Loppukäyttäjän näkökulma kokonaisuuden suunnittelussa
	Standardien hyödyntäminen ja noudattaminen
	Big datan tyyppiseen tietoon valmistautuminen
	Reaaliaikaisempi, tarkempi ja luotettavampi data resursseista ja laitteista
Tietotuotteen vaikutukset kunnossapitoon	Kattavampi tietämys laitteiden ja resurssien nykytilasta
	Hälytysrajojen ja automatisointien suorittaminen
	Proaktiivisen toiminnan lisääminen
	Päätöksenteon, suunnittelun ja strategiatyön kehitys ja tehostuminen
	Ylimääräisten raporttien ja huoltotöiden poistaminen
	Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen virtuaalisissa koulutustilanteissa
	Kokeneen kunnossapitomiehen tietämyksen siirto uudelle työntekijälle
	Lisäarvopalveluiden myynti

Suunnittelussa ja toteutuksessa loppukäyttäjien osallistuminen tietotuotteen suunnitteluun ja toteutukseen on ensiarvoisen tärkeää. Tietoturvallisuuteen liittyvät asiat tulee olla kunnossa, jotta arkaluonteiset tiedot eivät päädy väärin käsiin. Ilman ylimmän johdon tukea ja jatkuvaa seuranta sekä kehittämistä ei tietotuotteenkaan suunnittelu ja toteutus välttämättä onnistu. Onnistuneen tietotuotteen toteutuksessa on tärkeää teknisen ja arkkitehtuurisen ymmärryksen lisäksi asiakkaan toimiala- ja prosessituntemus.

Teollisen internetin ympäristössä vallitsevia standardeja hyödyntämällä pystytään varmistamaan yhteensopivuutta laitteiden ja järjestelmien välillä myös jatkossa. Räjähdyksmäisesti kasvavaan tietomäärään varautuminen on myös tärkeää, jotta resursseista ja laitteista kerättävä data saadaan tallennettua oikeassa muodossa ja niiden pohjalta pystytään tekemään analyyskejä.

Kunnossapitoon tietotuotteet ja teollinen internet tuo kattavamman ja reaaliaikaisemman tietämyksen laitteiden ja resurssien nykytilasta. Proaktiivinen toiminta lisääntyy hälytysrajojen ja automatisointien seurauksena. Päätöksenteko, suunnittelu ja strategiatyö myös kehittyvät ja tehostuvat. Kehittyneiden tietotuotteiden avulla ylimääräiset raportit poistuvat ja ajankäyttö kohdistuu paremmin ydinosaamiseen. Kokeneilta kunnossapitotyöntekijöiltä voidaan myös siirtää hiljaista tietämystä uusille työntekijöille. Eri-laisten lisäarvopalveluiden myynti asiakkaalle mahdollistuu ja lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää esimerkiksi koulutustilanteissa.

8.2 Tutkimuksen onnistumisen arviointi

Tutkimus onnistui vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen teoreettinen kontribuutio heikkeni tutkimuksen edetessä MANTIS-hankkeesta poisjäämisen seurauksena yritysoston yhteydessä. Tutkimuksen kaltaisella rajauksella ei kuitenkaan ole aiempaa tutkimusta, joten teoreettinen kontribuutio on edelleen korkea. MANTIS-hankkeesta poisjäämisen vuoksi myös käytännön kontribuutio heikkeni hieman mutta tutkijan oman tietämyksen kehittäminen on edelleen suuri kontribuutio ajankohtaisen aihevalinnan seurauksena. Kohdeyritys tulee kuitenkin edelleen jollain tasolla hyödyntämään tutkimuksen tuloksia tulevilla tuotteilla ja asiakasprojekteilla. Tutkimuksesta pystyttiin myös huomaamaan, että kohdeyrityksen toimialaosaaminen on korkealla tasolla ja kohdeyrityksen asiakkaat ovat tyytyväisiä kohdeyrityksen toimintaan ja tuotteisiin.

Työssä saadut tulokset kirjallisuuden ja empirian välillä ovat keskenään johdonmukaisia, mikä lisää niiden uskottavuutta ja vakuuttavuutta. Eri sidosryhmien väliset tulokset ovat hyvin samankaltaisia ja haastatteluissa esiintyi useita samoja teemoja. Laadullisen tutkimuksen onnistuneisuutta ja luotettavuutta arvioidessa matemaattisen virhemarginaalin laskeminen ei ole mielekästä, vaan luotettavuutta tulee arvioida otannan koolla ja tutkittavien taustalla. Jos esimerkiksi haastateltavat pyrkivät ajamaan omaa etuaan tai markkinoivat tuotettaan, ei tutkimustulosta voi pitää yhtä luotettavana. Työn rajoitteet liittyvät täten haastateltavien ja tutkijan subjektiivisuuteen sekä tutkimuksen laadulliseen luonteeseen. Tutkimusta voidaan kuitenkin pitää suhteellisen luotettavana.

8.3 Jatkotutkimus

Suoritettu tutkimus painottui kunnossapitoon mutta samoja tuloksia voidaan käyttää soveltaen myös esimerkiksi palvelujen toiminnanohjauksessa ja hoivapalveluissa. Kohdeyritys onkin toimittanut toiminnanohjausjärjestelmiä menestyksekkäästi myös palvelusektorilla. Jatkotutkimusehdotuksena voitaisiin toteuttaa konkreettinen tietotuote asiakkaalle tai teollisen internetin, toiminnanohjausjärjestelmän ja tietotuotteen muodostama konsepti haastattelussa mukana olleiden yritysten välillä. Toisena jatkotutkimusehdotuksena voidaan nähdä olevan uusintakierros valmiin tietotuotekonseptin avulla. Tietotuotekonseptia voisi esimerkiksi jakaa alan yrityksille ja tutkia sekä selvittää esimerkiksi kyselyn muodossa onko konseptissa puutteita tai virheitä. Palautteen avulla voitaisiin luoda uusi tietotuotekonsepti, joka olisi luotettavuudeltaan edelleen korkeammalla tasolla.

LÄHTEET

Al-Najjar, B. (1996). Total quality maintenance, *Journal of Quality in Maintenance*, Vol. 2(3), pp. 4-20.

Anderson, K. & McAdam, R. (2004). A critique of benchmarking and performance measurement, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 11(5), pp. 465-483.

Bakhrankova, K. (2010). Decision support system for continuous production, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 110(4), pp. 591-610.

Ben-Daya, M. & Duffuaa, S.O. (1995). Maintenance and quality: the missing link, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 1(1), pp. 20-26.

Bertolini, M., Bevilacqua, M., Braglia, M. & Frosolini, M. (2004). An analytical method for maintenance outsourcing service selection, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 21(7), pp. 772-788.

Bogue, R. (2014). Towards the trillion sensors market, *Sensor Review*, Vol. 34(2), pp. 137-142.

Bowman, K. & Cline, B. (2015). How the Internet of Things Will Improve Reliability Tracking Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 2015 Annual. IEEE, pp. 1-5.

Brizzi, P., Conzon, D., Khaleel, H., Tomasi, R., Pastrone, C., Spirito, A.M., Pramudianto, F., Knechtel, M. & Cultrona, P. (2013). Bringing the Internet of Things along the Manufacturing Line: A Case Study in Controlling Industrial Robot and Monitoring Energy Consumption Remotely Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), 2013 IEEE 18th Conference on. IEEE, pp. 2-8.

Chang, A.Y., Li, Y.Y., Hung, M.H. & Yen, T.F. (2013). Mobile monitoring and control framework with active-push and plug-and-play capabilities, *Assembly Automation*, Vol. 33(4), pp. 317-333.

Chen, M., Wan, J. & Li, F. (2012). Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications, *KSII Transactions on internet and information systems*, Vol. 6(2), pp. 480-497.

Coetzee, L. & Eksteen, J. (2011). The Internet of Things – Promise for the Future? An Introduction, IST-Africa 2011.

Cordis (2015) Community Research and Development Information Service: Cyber Physical System based Proactive Collaborative Maintenance, European Commission, [www.sivu.fi/Sivu/Saatavissa \(viitattu: 3.12.2015\): http://cordis.europa.eu/project/rcn/198079](http://www.sivu.fi/Sivu/Saatavissa?viitattu=3.12.2015)

De Sa, A. G., & Zachmann, G. (1999). Virtual reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes, *Computers & Graphics*, Vol 23(3), pp. 389-403.

DeLone, W.H. & McLean, E.R. (1992). Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable, *Information systems research*, Vol. 3(1), pp. 60-95.

Derntl, M., Erdtmann, S., & Klamma, R. (2012). An embeddable dashboard for widget-based visual analytics on scientific communities. In *Proceedings of the 12th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies*, 23p.

Dix, A. (1994). The human interface, *Assembly Automation*, Vol. 14(3), pp. 9-13.

Du, K.K., Wang, Z. & Hong, M. (2013). Human machine interactive system on smart home of IoT, *The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications*, Vol. 20(1), pp. 96-99.

Edvinsson, L., Malone, M.S. (1997) *Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value by Finding Its Hidden Brainpower*. HarperBusiness. New York.

Elo, S. & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process, *Journal of Advanced Nursing*, Vol. 62(1), pp. 107-115.

Elragal, A. (2014). ERP and Big Data: The Inept Couple, *Procedia Technology*, Vol. 16, pp. 242-249.

Espindola, D.B., Fumagalli, L., Garetti, M., Pereira, C.E., Botelho, S.C. & Henriques, R.V. (2014). A model-based approach for data integration to improve maintenance management by mixed reality, *Computers in Industry*, Vol. 64, pp. 373-391.

Fantana, N.L. & Riedel, T. (2009). *Servicing industrial machinery*, INSS.

Frank, L. & Pedersen, R.U. (2012). *Integration Architecture between the Internet of Things and ERP Modules*.

Garg, A. & Deshmukh, S.G. (2006). Maintenance management: literature review and directions, *Journal of Quality in Maintenance*, Vol. 12(3), pp. 205-238.

Granado, L. & Berreteaga, O. (2015). Creating rich human-machine interfaces with Rational Rhapsody and Qt for industrial multi-core real-time applications, *6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, 2015*, pp. 1903-1909.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions Future Generation Computer Systems, Vol. 29(7), pp. 1645-1660.

Gustafson, A., Schunnesson, H., Galar, D. & Kumar, U. (2013). Production and maintenance performance analysis: manual versus semi-automatic LHDs, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 19(1), pp. 74-88.

Haddara, M. & Elragal, A. (2015). The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future, Procedia Computer Science, Vol. 64, pp. 721-728.

Haller, S., Karnouskos, S. & Schroth, C. (2008). The Internet of Things in an Enterprise Context Springer Berlin Heidelberg, pp. 14-28.

Hannula, M., Leinonen, M., Lönnqvist, A., Miettinen, A., Mettänen, P., Okkonen, J., Pirttimäki, V. (2002). Nykyaikaisen organisaation suorituskyvyn mittaus, Tampereen Teknillinen korkeakoulu, Tampere, Suomi, 190p.

Juuso, E.K. & Lahdelma, S. (2013). Intelligent performance measures for condition-based maintenance, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 19(3), pp. 278-294.

Kans, M. (2009). The advancement of maintenance information technology, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 15(1), pp. 5-16.

Keim, D.A., Mansmann, F., Schneidewind, J. & Ziegler, H. (2006). Challenges in Visual Data Analysis In Information Visualization, 2006. IV 2006. 10th International Conference on IEEE, pp. 9-16.

IFS (2016) IFS.com, IFS, www.sivu, Saatavissa (viitattu: 9.3.2016): <http://www.ifsworld.com/fi/company/about-ifs/>

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. (2007). Kunnossapito, Kunnossapidon julkaisusarja, n:10. 4. painos. Kunnossapitoyhdistys ry. Helsinki, KP-Media Oy.

Kos, A., Pristov, D., Sedlar, U., Sterle, J., Volk, M., Vidonja, T., & Bešter, J. (2012). Open and scalable iot platform and its applications for real time access line monitoring and alarm correlation. In Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking. Springer Berlin Heidelberg. pp. 27-38.

Ktos, S. & Patalas-Maliszewska, J. (2013). The Impact of ERP on Maintenance management, Management and Production Engineering Review, Vol. 4(3), pp. 15-25.

- Kumar, U., Galar, D., Parida, A., Stenström, C. & Berges, L. (2013). Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 19(3), pp. 233-277.
- Lee, I. & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises, *Business Horizons*, Vol. 58(4), pp. 431-440.
- Lehtonen, R.O. (2007). *Taloustiedolla tulosta ja arvonnäköä*, Talentum Media Oy, Helsinki, Suomi, 295p.
- Lesjak, C., Rupprechter, T., Bock, H. & Haid, J. (2014). ESTADO - Enabling Smart Services for Industrial Equipment through a Secured, Transparent and Ad-hoc Data Transmission Online, *The 9th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions*, pp. 171-177.
- Löfsten, H. (1999). Management of industrial maintenance - economic evaluation of maintenance policies", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19(7), pp. 716-737.
- Lurie, N.H. & Mason, C.H. (2007). Visual Representation: Implications for Decision Making, *Journal of Marketing*, Vol. 71(1), pp. 160-177.
- Mainiot (2015). Mainiot.fi, Mainiot Software Oy, www.sivu. Saatavissa (viitattu: 3.12.2015): <http://www.mainiot.fi>.
- Mantis (2015). Full Project Proposal: Cyber Physical System based Proactive Collaborative Maintenance, Spain, MANTIS, 278 p.
- Markeset, T., & Kumar, U. (2003). Design and development of product support and maintenance concepts for industrial systems, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 9(4), pp. 376-392.
- Marquez, A.C. & Herguedas, A.S. (2004). Learning about failure root causes through maintenance records analysis, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 10(4), pp. 254-262.
- Mazumdar, S., Varga, A., Lanfranchi, V., Petrelli, D., & Ciravegna, F. (2011). A knowledge dashboard for manufacturing industries. In *The Semantic Web: ESWC 2011 Workshops*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 112-124.
- Microsoft (2015). Microsoft - Power BI, Microsoft, www.sivu. Saatavissa (viitattu: 3.12.2015): <https://powerbi.microsoft.com/>.

Mikusz, M. (2014). Towards an Understanding of Cyber-Physical Systems as Industrial Software-Product-Service Systems, Product Services Systems and Value Creation. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, 2014, pp. 385-389.

Mittelstädt, V., Brauner, P., Blum, M. & Ziefle, M. (2015). On the visual design of ERP systems – The role of information complexity, presentation and human factors, 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, 2015, pp. 448-455.

Morgan, J. & O'Donnell, G.E. (2015). The Cyber Physical Implementation of Cloud Manufacturing Monitoring Systems, 9th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, 2015, pp. 29-34.

Müller, H.A. (2013). Software engineering for the industrial Internet: Situation-aware smart applications, Web Systems Evolution (WSE), 2013 15th IEEE International Symposium, pp. 1.

Nappi, R. (2014). Integrated Maintenance: analysis and perspective of innovation in railway sector, pp. 7.

Narayan, V. (2012). Business performance and maintenance, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 18(2), pp. 183-195.

Nordika (2001). Aineettoman pääoman mittaaminen ja raportointi. Kauppa- ja teollisuusministeriö, Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto. 91p.

Ollila, A. & Malmipuro, M. (1999). Maintenance has a role in quality, The TQM Magazine, Vol. 11(1), pp. 17-21.

Opetushallitus (2015) Kunnossapito - Menestystekijä, Opetushallitus, [www.sivu.saa-tavissa](http://www.sivu.saa-tavissa.fi) (viitattu 31.3.2016): <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito>.

Parida, A. & Kumar, U. (2006). Maintenance performance measurement (MPM): issues and challenges, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 12(3), pp. 239-251.

Pintelon, L. & Van Puyvelde, F. (1997). Maintenance performance reporting systems: some experiences, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 3(1), pp. 4-15.

Posada, J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., Stricker, D., De Amicis, R., ... & Val-larino, I. (2015). Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet. Computer Graphics and Applications, IEEE, 35(2), pp. 26-40.

PSK (2016) PSK-standardisointi, www.sivu. Saatavissa (viitattu 27.4.2016): <http://www.psk-standardisointi.fi/>.

Rasila, H., Rothe, P. & Kerosuo, H. (2010). Dimensions of usability assessment in built environments, *Journal of Facilities Management*, Vol. 8(2), pp. 143-153.

Ramentor (2016). Ramentor lyhyesti, Ramentor Oy, www.sivu. Saatavissa (viitattu 16.6.2016): <http://www.ramentor.com/etusivu/yritys/>

Ray (2016). Raha-automaattiyhdistys – Tietoa meistä, Ray, www.sivu. Saatavissa (viitattu 16.6.2016): <http://www2.ray.fi/fi/ray/tietoa-meist%C3%A4>

Ruokolainen, J. (2008). Constructing the first customer reference to support the growth of a start-up software technology company, *European Journal of Innovation Management*, Vol. 11(2), pp. 282-305.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006) KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto, Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto, www.sivu. Saatavissa (viitattu: 3.12.2015): <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>.

Salminen, A. (2011). Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin, Vaasan yliopisto, 45p.

Saraswat, S. & Yadava, G.S. (2008). An overview on reliability, availability, maintainability and supportability (RAMS) engineering, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25(3), pp. 330-344.

Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2009). Research methods for business students, 5th edition ed., Pearson Education Ltd, Essex, UK, 614p.

Shankar, G. & Sahani, V. (2003). Reliability analysis of a maintenance network with repair and preventive maintenance, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 20(2), pp. 268-280.

Shin, D.H. (2012). Cross-analysis of usability and aesthetic in smart devices: what influences users' preferences? *Cross Cultural Management: An International Journal*, Vol. 19(4), pp. 563-587.

SSAB (2016). SSAB lyhyesti, SSAB-Europe Oy, www.sivu. Saatavissa (viitattu 16.6.2016): <http://www.ssab.fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti>

Ståhle, P., Grönroos, M. (1999). Knowledge Management – tietopääoma yrityksen kilpailutekijänä. WSOY. Porvoo. 218p.

Söderholm, P., Holmgren, M. & Klefsjö, B. (2007). A process view of maintenance and its stakeholders, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13(1), pp. 19-32.

Solteq (2015). Solteq.com, Solteq Oyj, www-sivu. Saatavissa (viitattu: 3.12.2015): <http://www.solteq.com>.

Stenström, C., Parida, A., Kumar, U. & Galar, D. (2013). Performance indicators and terminology for value driven maintenance, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 19(3), pp. 222-232.

Thierauf, R.J. (2001). *Effective business intelligence systems*. Greenwood Publishing Group. 370p.

Tian, Z. & Jin, T. (2011). Maintenance of Wind Turbine Systems under Continuous Monitoring, *Reliability and Maintainability Symposium (RAMS) Proceedings*, 2011, pp. 1-6.

Tretten, P. & Karim, R. (2014). Enhancing the usability of maintenance data management systems, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 20(3), pp. 290-303.

Veldman, J. & Wortmann, H. (2011). Managing condition-based maintenance technology: A multiple case study in the process industry, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 17(1), pp. 40-62.

Wapice (2016). Wapice Oy, Wapice Oy, www-sivu. Saatavissa (viitattu 16.6.2016): <https://www.wapice.com/fi/tietoa-meista/tietoa-wapicesta>

Watson, H.J., & Wixom, B.H. (2007). The current state of business intelligence. *Computer*, Vol. 40(9), pp. 96-99.

Whyte, R.G. (1986). What is a Decision Support System?. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 86(7), pp. 28-30.

LIITE A: HAASTATTELUN TEEMARUNKO

1. Tutkimuksen/Haastateltavan taustatiedot

- Tutkimuksen tausta ja tavoitteet, tietotuotteen termin avaaminen.
- Haastateltavan taustat, aikaisempi kokemus kunnossapidosta, toiminnanohjausjärjestelmistä, tietotuotteista ja teollisesta internetistä.

2. Tietotuotteen sisältö ja muoto

Tietosisältö

- Mitä tietoa kunnossapitomiehen tietotuotteen tulisi sisältää?
- Mitä tietoa johtajan tietotuotteen tulisi sisältää?
- Kuinka yksityiskohtaisella tasolla tietoa tulisi kuvata?
- Kuinka hyviä ja kuvattuja esimerkiksi työtilaukset ovat yleensä?
- Mitä ongelmia yleensä esiintyy?

Esitystapa

- Millainen esitystapa palvelisi parhaiten loppukäyttäjää?
- Ovatko käyttäjät tyytyväisiä olemassa olevien tietotuotteiden ulkoasuun?
- Mitä mieltä olet lisätyn todellisuuden hyödyntämisestä?

Käytettävyys

- Minkälainen käytettävyys tietotuotteella tulisi olla?
- Kuinka kauan kunnossapitomiehellä menee etsiä tarvittava tieto kohteesta, kun pääsee paikalle huoltamaan kohdetta?
- Kuinka kauan työn kirjaus kestää?
- Kuinka paljon virheitä tapahtuu kirjausvaiheessa?
- Tiedon tarkistukset?

3. Tietotuotteen suunnittelu ja toteutus

- Miten tietotuotteen toteutuksessa otetaan huomioon asiakasyrityksen tarpeet?
- Millä tavalla toimittajat personoivat kokonaisratkaisua asiakkaalle?
- Kuinka paljon asiakkaan loppukäyttäjien tehtäviä ja käyttötapauksia tutkitaan?

4. Tietotuotteen yhdistäminen teolliseen internetiin

- Mitä uusia ominaisuuksia/lisäarvoa asiakas saa teollisesta internetistä?
- Mitä tavoitteita teollisen internetin hyödyntämisen osalta on teillä?
- Mitä haasteita tai ongelmia näet teollisessa internetissä?

5. Tietotuotteen vaikutus kunnossapitoon

- Mitä tietotuotteen ja teollisen internetin hyödyntämisellä saavutetaan kunnossapitotyöntekijän / johtajan työnteossa
- Miten kunnossapito voisi kehittyä paremmilla tietotuotteilla?

6. Tulevaisuus / Kehitysehdotukset

- Miten teollisen internetin tai tietotuotteiden kehittäminen voisi kehittää liiketoimintaa
- Mikä on seuraava suuri muutos ja mihin teollisuuden kunnossapito on kehittymässä seuraavien vuosien aikana?
- Muuta liittyen haastatteluun?
- Kehitysehdotukset?